

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

Método para la Evaluación de Riesgos Laborales en Obras de Construcción de Grandes Viaductos

tesis doctoral realizada por:
Juliana Claudino Vêras

dirigida por:
Gonzalo Ramos Schneider
José Turmo Coderque

Barcelona, octubre 2012

Universitat Politècnica de Catalunya
Departament d'Enginyeria de la Construcció

TESIS DOCTORAL



Acta de calificación de tesis doctoral

Curso académico:

Nombre y apellidos

JULIANA CLAUDINO VÉRAS

DNI / NIE / Pasaporte

FA 008608

Programa de doctorado

ENGINYERIA DE LA CONSTRUCCIÓ

Unidad estructural responsable del programa

Resolución del Tribunal

Reunido el Tribunal designado a tal efecto, el doctorand / la doctoranda expone el tema de la su tesis doctoral titulada

MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE GRANDES VIADUCTOS

Acabada la lectura y después de dar respuesta a las cuestiones formuladas por los miembros titulares del tribunal, éste otorga la calificación:

APTA/O NO APTA/O

(Nombre, apellidos y firma)		(Nombre, apellidos y firma)	
Presidente/a		Secretario/a	
(Nombre, apellidos y firma)	(Nombre, apellidos y firma)	(Nombre, apellidos y firma)	(Nombre, apellidos y firma)
Vocal	Vocal	Vocal	Vocal

Barcelona, _____ de _____ de 2012

El resultado del escrutinio de los votos emitidos por los miembros titulares del tribunal, efectuado por la Escuela de Doctorado, a instancia de la Comisión de Doctorado de la UPC, otorga la MENCIÓN CUM LAUDE:

SI NO

(Nombre, apellidos y firma)		(Nombre, apellidos y firma)	
Presidenta de la Comisión de Doctorado		Secretaria de la Comisión de Doctorado	

Barcelona, _____ de _____ de 2012.

...not one accident in a hundred deserves the name.

Washington Roebling
Chief engineer of the Brooklyn Bridge, 1871

A toda mi familia por su apoyo,
en especial a mi abuelo
Manoel Maria do Nascimento (*in memoriam*),
a mi padre Adailson V́eras,
y a mi hermano Paulo V́eras.

AGRADECIMIENTOS

La conclusión de una tesis doctoral nunca es el fruto del trabajo aislado de uno, sino del resultado de la colaboración de muchos que, bajo distintas formas y circunstancias, han ido efectuando aportaciones durante su desarrollo. Ha llegado el momento de agradecerles públicamente.

Mi primer agradecimiento va dirigido al Ministerio de Educación brasileño, que a través de la *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES* ha financiado mis estudios a través del programa de becas de *doutorado pleno no exterior*.

Igualmente agradezco al *Governo do Estado de Pernambuco* a través da *Universidade de Pernambuco – UPE* por el apoyo académico y económico dado a mi proyecto de doctorado y las acciones originadas de este, al largo de estos años.

Extiendo mis agradecimientos al Ministerio de Ciencia y Tecnología español por la financiación recibida a través de los proyectos BIA 2006-15471-C02-01, BIA 2006-15471-C02-02 y BIA 2009-13056.

Agradezco a los profesores Gonzalo Ramos y José Turmo, por la dirección de este trabajo. Esta tesis no habría logrado superar ciertos umbrales si no fuera por sus pertinentes comentarios, aportaciones y constante incentivo. Muchas gracias también por la agradable relación establecida en estos años de trabajo, el fácil acceso y el pronto retorno son cualidades que influyen en el resultado de una tesis.

Agradezco al Prof. Béda Barkokébas Junior, por ser el responsable de volverme una entusiasta de la seguridad y salud laboral. Por sus enseñanzas y la dedicación recibida desde los primeros años en la universidad, muchas gracias. Aprovecho este momento también para dedicar este trabajo que, además de todo el apoyo académico, no se habría logrado sin los ánimos y el coraje que hacen falta cuando uno decide arriesgarse dejando un presente consistente por un futuro arriesgado. Su constancia no me dejó dudar en ningún momento. A Ud., muchas gracias.

A la profesora Marilda Barra le agradezco su amable recepción en la UPC, y le debo la acertada elección para la dirección de esta tesis.

Agradezco al profesor Sergio Henrique Cavalaro quien tuvo doble participación en la realización de esta investigación, con sus oportunos planteamientos y con sus palabras de ánimos e incentivo. ¡Muchísimas gracias!

A las empresas que han aportado la calidad requerida de una tesis que propone un modelo dirigido a la aplicación práctica. La confianza depositada en trabajos como este permite que la universidad cumpla con su deber de desarrollar estudios dirigidos a la mejora de la calidad de vida.

A los compañeros Fabio Virgolino, Michele Leal, Aldinei Martins, Simone de Queiroz, Riane Morais, Bruno Brum, Sérgio Fonseca, por la pronta disposición a contribuir con el desarrollo de esta tesis, muchas gracias.

A todos los amigos del LSHT, especialmente a Eliane Lago y Renata Maciel con quien di los primeros pasos en lo que hoy es el *Método para evaluación de riesgos laborales en obras*

de construcción. Igualmente agradezco el apoyo brindado por Tatiana Fortes, Mayara Monteiro, Fedrericco Barros y Felipe Silva a lo largo de esta tesis.

Finalmente tomo la libertad de expresar mis agradecimientos a aquellos que han tenido especial participación en este periodo de mi formación.

A mis compañeros de despacho Ahmed, André, Bernat, Betty, Cristian, Francesc, Francisco, Isaac, Jordi, Oriol y Pablo, muchas gracias por el buen ambiente y la amistad. Y como no, aunque por un periodo muy pequeño, mis agradecimientos a Ana, Edison, Nayara y Yohei.

Un especial agradecimiento al *Team 2.0* por todo lo vivido. Este grupo es inmejorable. Sois definitivamente los responsables de los momentos especiales de esta jornada.

A Samuel y Analice Amorim, João y Marina Pinheiro por las innúmeras horas de risas y complicidad, muchas gracias. A mis amigos de toda la vida, que a pesar de la distancia, nos hemos acercado todavía más. Muchas gracias a Flavia, Regina, Pedro y Gerluce, Matheus y Mariana, Iran y Raquel, George y Fabiana.

A mi familia por su apoyo incondicional ¡muchas gracias!

RESUMEN

En este trabajo se ha desarrollado un método para la evaluación de riesgos laborales en obras de construcción. Éste método facilita un sistema de análisis exhaustivo de aquellas situaciones que puedan resultar en accidentes graves.

Su principal característica es la integración de la legislación de prevención de riesgos laborales de tres marcos jurídicos, asociada al seguimiento de los métodos constructivos. Está estructurado en tres etapas: protocolo, sistema de análisis de datos y procedimiento de control de riesgos.

El protocolo aporta una sistemática para la evaluación *in situ*, a través de requisitos para la identificación y valoración de la gravedad de los factores que puedan contribuir a un accidente. Igualmente permite la identificación de los trabajadores en las áreas de riesgos.

El sistema de análisis de datos es una herramienta que procesa las informaciones originadas por el protocolo. Resulta en un conjunto de indicadores cuantitativos que caracteriza el ambiente laboral. Tiene como importante característica la aplicabilidad a otras actividades productivas además de a la construcción.

El principal indicador facilitado por el método es el índice global de seguridad (I_s). Se ha desarrollado una formulación representativa de las características del ambiente evaluado, que traduce muy eficazmente su nivel de seguridad. Para ello se ha desarrollado un rango de clasificación a partir del análisis de numerosas evaluaciones de riesgos. Se ha realizado un detallado estudio de los parámetros que componen la formulación, comprobando su coherencia conceptual y matemática, y la influencia de un parámetro sobre los demás.

La tercera parte del método es un procedimiento de control de riesgos, que establece un plan de acción sobre las irregularidades identificadas en la evaluación.

La primera versión del método fue testada en seis obras de construcción de puentes y viaductos. Identificados los ajustes necesarios, se verificó la eficacia de la versión definitiva con la aplicación por dos veces, en dos obras, un puente y un viaducto.

Se ha concluido la validación del método a través de una encuesta realizada con los responsables de la prevención de accidentes de las dos obras, y a través de su comprobación respecto a los criterios propuestos por un modelo de validación de investigación operativa.

De todo lo anterior, se han extraído conclusiones desde la fundamentación teórica del método, hasta los resultados obtenidos en evaluaciones de riesgos realizadas en obras de construcción de puentes y viaductos.

PALABRAS-CLAVES

Evaluación de riesgos laborales; obras de construcción; puentes y viaductos; accidente; índice de seguridad global.

SUMMARY

A method for occupational risk assessment in construction sites is developed in this study. This method provides a system to perform exhaustive analysis of the situations that could result in serious accidents.

The main characteristic of this method is the integration of the safety and health legislation of three legal frameworks associated with the monitoring of construction procedures. The method is structured in three stages: protocol, data analysis system and risk control procedure.

The protocol provides a systematic *in situ* evaluation, through requirements for identifying and assessing the gravity of the factors that can contribute to an accident. Likewise, it allows identifying the workers in areas of risk.

The data analysis system is a tool that processes the information gathered in the protocol. The result is a set of quantitative indicators characterizing the work environment. A significant feature of this tool is its applicability to other productive activities besides construction.

The main indicator provided by the method is the safety global index (I_s). A formulation representative of the characteristics of the assessed environment and capable of effectively translating its safety level was developed. To this end, a classification range was defined based on the analysis of numerous risk assessments. A detailed study of the parameters of the formulation was conducted, testing their conceptual and mathematical consistency and the influence of one parameter in the others.

The third stage of the method is the risk control procedure which establishes an action plan on the irregularities identified in the evaluation.

The first version of this method was tested in six bridges and viaducts construction sites. When the necessary adjustments were identified, the effectiveness of the final version was verified twice in two construction sites, a bridge and a viaduct.

The validation of the method was completed by means of a survey among the staff responsible for the prevention of accidents in the two construction sites and through the its verification according to a model of validation in operations research.

In light of the above, conclusions from the theoretical basis of the method and the results obtained in the risk assessments performed in the construction sites of bridges and viaducts are drawn.

KEYWORDS

Occupational risk assessment; construction sites; bridge and viaduct; accident; safety global index.

SUMARIO

AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vii
PALABRAS-CLAVES.....	vii
SUMMARY.....	viii
KEYWORDS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	xi
LISTA DE ECUACIONES.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xi
SÍMBOLOS.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
3. ESTADO DEL ARTE.....	7
3.1. Introducción.....	7
3.2. Consideraciones sobre el trabajo.....	8
3.3. Conceptos sobre seguridad y salud laboral.....	9
3.4. Marco legal.....	15
3.5. Normalización.....	23
3.6. Evaluación de la accidentabilidad en la construcción.....	24
3.7. Conclusiones.....	33
4. MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	35
4.1. Introducción.....	35
4.2. Métodos existentes.....	36
4.3. Método propuesto.....	38
4.3.1. Protocolo OC/PV.....	40
4.3.1.1. Normativas.....	43
4.3.1.2. Requisitos.....	49
4.3.1.3. Evaluación de riesgos macro.....	51
4.3.1.4. Calificación y número de trabajadores.....	53
4.3.1.5. Aplicación del protocolo.....	55
4.3.2. Sistema análisis de datos para evaluación de riesgos laborales – ERL.....	59
4.3.2.1. Protocolo.....	60
4.3.2.2. Tipología de exposición a los factores de riesgos.....	62
4.3.2.3. Infracciones y sanciones.....	63
4.3.2.4. Gravedad.....	68
4.3.2.5. Normativas no conformes.....	69
4.3.2.6. Las responsabilidades.....	71

4.3.3.	Procedimiento de control de riesgos – NC.....	73
4.3.4.	Consideraciones sobre el Método ERL	76
4.4.	Conclusiones.....	77
5.	INDICADORES DE SEGURIDAD.....	79
5.1.	Introducción	79
5.2.	Indicadores básicos de seguridad	80
5.3.	Modelo para la definición del Índice de seguridad global (I_S)	81
5.3.1.	Índice básico	82
5.3.2.	Coefficiente error-gravedad	86
5.3.3.	Coefficiente de parcialidad	87
5.3.4.	Representación de los indicadores en el Sistema ERL.....	87
5.4.	Determinación del rango de I_S	88
5.5.	Estudio paramétrico	96
5.5.1.	Influencia de n_{RGI} en I_S	97
5.5.2.	Influencia de n_{DIS} en I_S	100
5.5.3.	Influencia de n'_{mg} en I_S	102
5.6.	Estudio sensibilidad.....	103
5.7.	Conclusiones.....	106
6.	APLICACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MÉTODO.....	107
6.1.	Introducción	107
6.2.	Aplicación del Método ERL	108
6.2.1.	Análisis de los datos	108
6.3.	Encuesta	121
6.4.	Validación del Método.....	122
6.4.1.	Etapas del modelo de validación.....	122
6.4.2.	Tipos de validación.....	124
6.5.	Conclusiones.....	126
7.	CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS.....	127
7.1.	Conclusiones.....	127
7.2.	Futuras líneas de investigación.....	132
	REFERENCIAS	135
	APÉNDICES.....	145
	Apéndice A.....	147
	Apéndice B.....	159
	Apéndice C.....	171
	Apéndice D.....	185
	Apéndice E.....	199

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 – Participación de la construcción en el PIB, 2000-2010.	2
Tabla 1.2 – Población ocupada en el sector de la construcción, 2000-2010.	3
Tabla 3.1 – Resumen sobre el desarrollo de la prevención de accidentes.	17
Tabla 3.2 – Relación entre el número de ocupados y de accidentes en España.	31
Tabla 3.3 – Accidentes según la forma que ocasionó la lesión, 2008-2009.	32
Tabla 4.1 – Descripción de las abreviaciones del requisito 8.1.	48
Tabla 5.1 – Peso de los requisitos.	85
Tabla 5.2 – Frecuencia de n_{DIS}	90
Tabla 5.3 – Frecuencia de n_{RGL}	91
Tabla 5.4 – Sensibilidad de I_s a variación de n_{RGL}	104
Tabla 5.5 – Sensibilidad de I_s a variación de n_{DIS}	105
Tabla 6.1 – Evaluación de riesgo de la empresa constructora.	120

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 5.1 – Requisitos que aplican.	80
Ecuación 5.2 – Requisitos no conformes.	80
Ecuación 5.3 – Índice de seguridad.	82
Ecuación 5.4 – Índice básico.	83
Ecuación 5.5 – Valor de riesgo.	83
Ecuación 5.6 – Valor potencial.	83
Ecuación 5.7 – Fracción equivalente.	84
Ecuación 5.8 – Coeficiente de error-gravedad parcial.	86
Ecuación 5.9 – Coeficiente de error-gravedad.	86
Ecuación 5.10 – Coeficiente de parcialidad.	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Riesgos laborales y tipología de los métodos de evaluación de riesgos.	11
Figura 3.2 – Accidente en el trabajo.	14
Figura 3.3 – Accidentes con baja en España por sector económico, 1986 – 2009.	25
Figura 3.4 – PIB de la construcción y número de accidentes.	26
Figura 3.5 – Accidentes en jornada de trabajo e in itinere, 1988 – 2009.	26
Figura 3.6 – Accidentes mortales en la construcción, 1986 – 2009.	27
Figura 3.7 – Accidentes mortales y población ocupada en España, 2003 – 2009.	27
Figura 3.8 – I_{Fe} e I_l de accidentes en España entre 2004 y 2009.	28
Figura 3.9 – I_{Ge} e IDM de accidentes en España entre 2004 y 2009.	29

Figura 3.10 – Accidentes de trabajo según duración del contrato, 2003-2009.....	30
Figura 3.11 – Accidentes en España, según la nacionalidad, 2006-2009.....	30
Figura 3.12 – Accidentes de trabajo según el tamaño de la empresa, 2007-2009.....	31
Figura 3.13 – Accidentes de trabajo según el servicio de prevención, 2006 – 2009.....	31
Figura 3.14 – Enfermedades con baja, según el sector económico, 2000 – 2009.....	32
Figura 4.1 – Diseño del método.....	39
Figura 4.2 – Extracto del protocolo OC/PV.....	41
Figura 4.3 – Requisito 8.1 destacando las referencias normativas en el sistema.....	48
Figura 4.4 – Requisito 10.1 destacando las referencias normativas en el sistema.....	49
Figura 4.5 – Acción-decisión sobre la calificación de los requisitos.....	53
Figura 4.6 –Indicación del número de trabajadores y del equipo de trabajo.....	54
Figura 4.7 –Tabla del protocolo para información de los equipos de trabajo.....	55
Figura 4.8 – Etapa 1: Protocolo OC/PV.....	56
Figura 4.9 – Aplicabilidad del protocolo OC/PV.....	57
Figura 4.10 – Detalle de los usuarios y resultados del Protocolo OC/PV.....	58
Figura 4.11 – Etapa 2: Sistema ERL.....	60
Figura 4.12 – Imagen del protocolo insertado en el Sistema ERL.....	61
Figura 4.13 – Imagen de la tipología de los requisitos en el Sistema ERL.....	62
Figura 4.14 – Imagen del Sistema ERL con las sanciones por el RDL 5/2000.....	64
Figura 4.15 – Imagen del Sistema ERL con las sanciones por la NR 28.....	65
Figura 4.16 – Imagen del Sistema ERL indicando infracciones y sanciones.....	66
Figura 4.17 – Imagen del Sistema ERL indicando la gravedad.....	68
Figura 4.18 – Sistema ERL indicando cuales son las normativas incumplidas.....	69
Figura 4.19 – Título de las normativas en el Sistema ERL.....	70
Figura 4.20 – Etapa 3: Procedimiento NC.....	74
Figura 4.21 – Procedimiento NC.....	75
Figura 4.22 – Flujo de acción-decisión.....	76
Figura 5.1 – Resumen de los indicadores cuantitativos en el Sistema ERL.....	80
Figura 5.2 – Distribución por grupo y tipo de exposición de los Iq'	81
Figura 5.3 – Procesamiento de datos para cálculo del índice global.....	87
Figura 5.4 – Resultado de los parámetros para cálculo del I_s	88
Figura 5.5 – Frecuencia relativa n_{DIS}	89
Figura 5.6 – Frecuencia relativa n_{RGI}	92
Figura 5.7 – Función de densidad de probabilidad n_{DIS}	93
Figura 5.8 – Curvas de densidad de probabilidad n_{DIS}	94
Figura 5.9 – Función de densidad de probabilidad n_{RGI}	94
Figura 5.10 – Rango Índice de seguridad global I_s	95
Figura 5.11 – Influencia de n_{RGI} en I_s	97
Figura 5.12 – Influencia de n_{DIS} en I_s	101
Figura 5.13 – Influencia de n'_{mg} en I_s	103

Figura 6.1 – Indicadores Cuantitativos de la Obra A en $t1$ y $t2$	109
Figura 6.2 – Distribución de No Conformidades por grupos – Obra A en $t1$ y $t2$	110
Figura 6.3 – Requisitos disconformes – Obra A en $t1$ y $t2$	111
Figura 6.4 – Normativas no conformes – Obra A en $t1$ y $t2$	112
Figura 6.5 – Evaluación económica – Obra A en $t1$ y $t2$	113
Figura 6.6 – Indicador de gravedad – Obra A en $t1$ y $t2$	113
Figura 6.7 – Evaluación global – Obra A en $t1$ y $t2$	114
Figura 6.8 – Indicadores Cuantitativos de la Obra B en $t1$ y $t2$	115
Figura 6.9 – Requisitos disconformes – Obra B en $t1$ y $t2$	116
Figura 6.10 – Normativas no conformes – Obra B en $t1$ y $t2$	117
Figura 6.11 – Distribución de No Conformidades por grupos – Obra B en $t1$ y $t2$	118
Figura 6.12 – Evaluación económica – Obra B en $t1$ y $t2$	118
Figura 6.13 – Indicador de gravedad – Obra B en $t1$ y $t2$	119
Figura 6.14 – Evaluación global – Obra B en $t1$ y $t2$	119

SÍMBOLOS

IF	Índice de frecuencia.
Ii	Índice de incidencia.
IG	Índice de gravedad.
IDM	Índice de duración media.
n_T	Número total de requisitos del Protocolo OC/PV.
Iq	Número de requisitos evaluados en obra.
n_{NA}	Número de requisitos no aplican.
Iq_{AP}	Número de requisitos del protocolo que aplican a evaluación en obra.
n_{CO}	Número de requisitos conformes.
n_{DIS}	Número de requisitos disconformes.
n_{RGI}	Número de requisitos de riesgo grave e inminente.
Iq'	Número de requisitos no conformes.
Ip	Representación porcentual del Iq .
Ip_{NA}	Representación porcentual del n_{NA} .
Ip_{CO}	Representación porcentual del n_{CO} .
Ip_{DIS}	Representación porcentual del n_{DIS} .
Ip_{RGI}	Representación porcentual del n_{RGI} .
Ip'	Representación porcentual del Iq' .
I_s	Índice de seguridad.
I_b	índice básico.
V_p	valor potencial de riesgo.
V_r	valor de riesgo real.
Req	Calificación del requisito.
f	Fracción equivalente del requisito.
P	Peso del requisito.
i	Líneas del sistema ERL que enumeran los requisitos.
n'_{mg}	Coefficiente de discrepancia.
φ_e	Coefficiente de error.
φ_p	Coefficiente de parcialidad.
E_n	Equipo de trabajo en situación de riesgo.
NT	Número de trabajadores.
NT'_n	Número de veces los equipos se exponen a condiciones de riesgo.

EX_D	Número de requisitos <i>del protocolo</i> con clasificación <i>exposición directa</i> del trabajador a los factores de riesgos.
EX_I	Número de requisitos <i>del protocolo</i> con clasificación <i>exposición indirecta</i> del trabajador a los factores de riesgos.
$E'X_D$	Número de requisitos <i>no conformes</i> con clasificación <i>exposición directa</i> del trabajador a los factores de riesgos.
$E'X_I$	Número de requisitos <i>no conformes</i> con clasificación <i>exposición indirecta</i> del trabajador a los factores de riesgos.
IES	Clasifica los requisitos <i>del protocolo</i> según la gravedad de las <i>infracciones</i> de acuerdo con los criterios del RDL 5/2000.
I_{ES-G}	Número de requisitos <i>del protocolo</i> de infracción <i>grave</i> según el RDL 5/2000.
I_{ES-MG}	Número de requisitos <i>del protocolo</i> de infracción <i>muy grave</i> según el RDL 5/2000.
I'_{ES}	Clasifica los requisitos <i>no conformes</i> según la gravedad de las <i>infracciones</i> de acuerdo con los criterios del RDL 5/2000.
I'_{ES-G}	Número de requisitos <i>no conformes</i> de infracción <i>grave</i> según el RDL 5/2000.
I'_{ES-MG}	Número de requisitos <i>no conformes</i> de infracción <i>muy grave</i> según el RDL 5/2000.
S_{ES}	Sanción correspondiente a los requisitos <i>del protocolo</i> por las <i>infracciones</i> clasificadas según el RDL 5/2000.
S'_{ES}	Valor <i>total de las sanciones</i> de los requisitos <i>no conformes</i> según el RDL 5/2000.
S_{ES-G}	Valor <i>unitario</i> de la sanción para una <i>infracción grave</i> .
S_{ES-MG}	Valor <i>unitario</i> de la sanción para una <i>infracción muy grave</i> .
I_{BR}	Clasifica los requisitos <i>del protocolo</i> por gravedad de las <i>infracciones</i> según NR 28.
I_{BR-11}	Número de requisitos <i>del protocolo</i> de infracción <i>I1</i> según la NR 28.
I_{BR-12}	Número de requisitos <i>del protocolo</i> de infracción <i>I2</i> según la NR 28.
I_{BR-13}	Número de requisitos <i>del protocolo</i> de infracción <i>I3</i> según la NR 28.
I_{BR-14}	Número de requisitos <i>del protocolo</i> de infracción <i>I4</i> según la NR 28.
I'_{BR}	Clasifica los requisitos <i>no conformes</i> por tipo de <i>infracción</i> según la NR 28.
I'_{BR-11}	Número de requisitos <i>no conformes</i> de infracción <i>I1</i> según la NR 28.
I'_{BR-12}	Número de requisitos <i>no conformes</i> de infracción <i>I2</i> según la NR 28.
I'_{BR-13}	Número de requisitos <i>no conformes</i> de infracción <i>I3</i> según la NR 28.
I'_{BR-14}	Número de requisitos <i>no conformes</i> de infracción <i>I4</i> según la NR 28.
S_{BR}	Sanción correspondiente a los requisitos <i>del protocolo</i> por las <i>infracciones</i> clasificadas según la NR 28.
S'_{BR}	Valor <i>total de las sanciones</i> de los requisitos <i>no conformes</i> según la NR 28.
g	Número de requisitos <i>del protocolo</i> clasificados <i>graves</i> .
mg	Número de requisitos <i>del protocolo</i> clasificados <i>muy graves</i> .
g'	Número de requisitos <i>no conformes</i> clasificados <i>graves</i> .
mg'	Número de requisitos <i>no conformes</i> clasificados <i>muy graves</i> .

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción engloba un gran número de actividades económicas, desde la construcción y rehabilitación de edificios hasta grandes proyectos de ingeniería. Las actividades de la construcción se dividen básicamente entre obras de edificación, comerciales, industriales, de servicios y proyectos de ingeniería civil (carreteras, puentes, hidroeléctricas, líneas de transmisión o presas).

La Organización Internacional del Trabajo – OIT (ILO, 2004) define la industria de la construcción como “un conjunto flexible de agentes y actividades que pueden internacionalizarse o regionalizarse de diversas maneras”. Dicha definición tiene como base las diferentes actividades y productos involucrados en el sector que trae consigo una diversidad de agentes o profesionales, que interactúan con el mismo.

La mano de obra del sector de la construcción se clasifica desde los trabajadores autónomos, que realizan servicios generales para particulares, hasta empresas multinacionales que operan en gran escala. En sí la mano de obra ocupa la mayor parcela del sector. Se observan dos escenarios, el de los países más y menos industrializados. Una industria de la construcción especializada exige una mano de obra capacitada para trabajar con sistemas constructivos muchas veces automatizados. En este sentido, esta industria ya no dará sitio a trabajadores sin cualificación.

Por otro lado, en los países menos industrializados, todavía, el sector absorbe trabajadores menos cualificados e instruidos. Este contexto posiciona el sector con un importante papel social en estas regiones, pero recae sobre la empresa el papel de capacitar su mano de obra.

Respecto a la relevancia económica, en España, los datos indican que la construcción representa un sector estratégico para el crecimiento de la economía del país. Observándose el Producto Interior Bruto - PIB, el sector tuvo una participación de 10,6% en el PIB en 2007 (INE, 2012). Este dato representa un incremento de 16.114 millones de euros respecto al año 2000 cuando la participación del sector en el PIB fue de 7,5% (tabla 1.1).

Estos datos han contribuido al fortalecimiento de la economía española que, entre los años de 2000 y 2007, presentó un crecimiento de 40,2%. No obstante, se vive un periodo de incertidumbres debido a la crisis económica mundial. En 2010, el sector de la construcción obtuvo una participación de 9,2% en el PIB español, indicando una retracción de 14,6% en relación a 2007, que equivale a 3.562,25 millones de euros (INE, 2012).

Tabla 1.1 – Participación de la construcción en el PIB, 2000-2010.

Unidad: porcentual

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005
PIB	7,5	8,1	8,6	9,0	9,6	10,3
Año	2006	2007	2008	2009	2010	
PIB	10,8	10,6	10,4	10,0	9,2	

FUENTE: INE, 2012.

NOTA: adaptado por el autor.

Según el Observatorio de la Construcción (SEOPAN, 2008) la construcción es un sector estratégico clave en la economía española, debido a la repercusión que las variaciones de su actividad tiene en el resto de sectores, los llamados efectos inducidos de arrastre. La aplicación de recursos en este segmento, además de traducirse en beneficios económicos, produce mejora de la calidad de vida, a través de los productos que oferta al mercado.

Sobre la relevancia ambiental, cabe señalar el factor del ciclo de vida de estas obras. No sólo es importante cuánto tiempo durará la estructura, sino también, cómo se la reutilizará. Este aspecto lleva a la relevancia técnica que tiene el papel de desarrollar nuevos métodos constructivos, materiales y técnicas de manutención sostenibles junto a centros de investigación y universidades.

La importancia de la industria de la construcción en la economía se refleja también en el número de personas ocupadas. En 2007 este número fue de 2.697,3 miles de personas (tabla 1.2) representando un crecimiento de 56,6% respecto a 2000. No obstante, los efectos de la crisis económica mundial se reflejan en el sector. Entre 2007 y 2010 se identifica una retracción de 38,8% en la población ocupada.

Esta situación sería del todo positiva si no fuera por la relación entre personas ocupadas y los accidentes laborales en el sector de la construcción. Cuanto mayor es la inversión en la construcción, mayor es el número de personas ocupadas y mayor el crecimiento económico. Este ciclo no puede traducirse en mayor número de accidentes laborales.

Tabla 1.2 – Población ocupada en el sector de la construcción, 2000-2010.

Unidad: miles de personas

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Número de ocupados	1.722,70	1.876,20	1.980,20	2.101,60	2.253,20	2.357,2
Año	2006	2007	2008	2009	2010	
Número de ocupados	2.542,9	2.697,3	2.453,4	1.888,3	1.650,8	

FUENTE: MINISTERIO EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL, 2012.

NOTA: adaptado por el autor.

Debido a estos factores el objetivo de este trabajo es contribuir a la prevención de accidentes laborales con el desarrollo de un método de evaluación de riesgos, que sea capaz de identificar, evaluar y controlar las situaciones con el potencial de originar accidentes. El método se valida en un tipo de obra que presenta aspectos singulares cuando suceden accidentes, como son las obras de grandes viaductos y puentes.

Estos tipos de obras se ejecutan con métodos constructivos diversos definidos de acuerdo con la topografía del terreno, la funcionalidad de la vía y las técnicas y equipos disponibles, entre otros. Estos métodos constructivos pueden llevar a graves accidentes por su magnitud. Un procedimiento mal ejecutado puede resultar en un importante accidente con pérdidas humanas además de las pérdidas financieras. Se puede afirmar que además de la exigencia legal, es deber social garantizar un ambiente de trabajo seguro y libre de agentes que puedan resultar en accidentes y enfermedades laborales.

La relación entre los accidentes y el número de personas ocupadas, indica que por cada 15 personas ocupadas en la construcción una sufrió un accidente en la jornada laboral en el año de 2009. Seguido de la industria, con 19 personas ocupadas por cada una que sufrió accidente; la agricultura con 28 personas ocupadas por cada una que sufrió accidente; y, el sector de servicios, con 41 personas ocupadas por cada una que sufrió accidente laboral (MTIN, 2011a,b).

De manera general, la tecnología está directamente relacionada con las condiciones de seguridad. La carencia de maquinarias y de adecuados sistemas de producción, implica una interferencia mayor del trabajo humano en el proceso, aumentando la probabilidad de los riesgos de accidentes laborales.

2. OBJETIVOS

El objetivo global del presente trabajo es el desarrollo de un método de evaluación de riesgos que sea capaz de controlar los factores que puedan originar accidentes laborales, desde la asunción de directrices técnicas y legales pertinentes a obras de construcción de grandes viaductos y puentes.

El método permitirá a las empresas constructoras establecer un sistema de seguimiento de las condiciones de trabajo y el reconocimiento de su nivel de seguridad. Ello contribuirá a la prevención de accidentes que, además de resguardar la vida humana, evitará los altos costes asociados a estos sucesos.

Para ello se plantean los siguientes objetivos:

1. Realizar un exhaustivo análisis de las circunstancias en obra que puedan originar accidentes laborales, posibilitando así estructurar requisitos de evaluación a partir de directrices técnicas.
 - Correlacionar los requisitos técnicos de evaluación con las normativas de Prevención de Riesgos Laborales.

2. Realizar un profundo análisis de los marcos legales europeo, español y brasileño, que versan sobre la Prevención de Riesgos Laborales.
 - Identificar los reglamentos dirigidos al sector de la construcción.
 - Identificar los puntos análogos entre las normativas y reconocer las directrices que inciden directamente en la seguridad del ambiente laboral.
 - Estructurar los requisitos de evaluación, traduciendo el lenguaje legal al técnico.
 - Relacionar los requisitos con sus referencias normativas.
 - Facilitar la determinación del grado de infracción de los requisitos.
3. Establecer un protocolo para la verificación en obra de las condiciones de trabajo que implique la identificación de posibles factores de riesgos.
 - Clasificar las actividades desarrolladas en obras de construcción de puentes y viaductos para ordenar los requisitos según los objetos de evaluación.
 - Definir una metodología que diferencie el nivel de gravedad de las irregularidades señaladas por los requisitos.
 - Definir un método que permita reconocer los trabajadores expuestos a riesgo de accidente.
4. Disponer un sistema para el tratamiento de los datos de la evaluación de riesgos del ambiente laboral.
 - Definir indicadores que caractericen las condiciones de trabajo.
 - Estructurar un modelo que facilite el reconocimiento de las normativas incumplidas en la obra.
 - Estructurar un modelo que sea capaz de indicar económicamente el impacto de las irregularidades en la empresa constructora.
 - Establecer un índice del nivel de seguridad de la obra.
5. Aportar un nuevo modelo de evaluación de riesgos que conduzca a un análisis macro de los procedimientos constructivos y sus posibles factores de riesgos.
6. Proponer de un plan de acción para el control de los factores de riesgos identificados en obra.
7. Validar y sistematizar en un nuevo método con las fases de evaluación de riesgos aquí propuestas.

3. ESTADO DEL ARTE

3.1. Introducción

En este capítulo se presentan los conceptos sobre seguridad y salud en el trabajo (en adelante SST), desde el trabajo, tecnología y organización, hasta la relación de éstos con la presencia del riesgo que puede implicar en accidentes laborales. Se presentan los métodos existentes para evaluación de riesgos, la importancia de la evaluación de los riesgos laborales y su clasificación. A continuación se presenta la evolución histórica de la seguridad y salud que ha servido de base para las directrices legales, y se hace una introducción de la legislación sobre seguridad y salud en España.

Finalmente se presenta una reflexión sobre el tema de la certificación en SST y su implicación en los aspectos de la gestión de la prevención de los riesgos laborales (en adelante PRL). Se concluye con la presentación de datos estadísticos relativos a los accidentes laborales, número de accidentes y su correlación con la población ocupada, evolución de los accidentes mortales, los índices de frecuencia, gravedad e incidencia, y las formas o contactos que ocasionarán las lesiones, en el sector de la construcción en España.

3.2. Consideraciones sobre el trabajo

Se conoce el trabajo como el esfuerzo humano dotado de un propósito, y que envuelve la transformación de la naturaleza a través del dispendio de las capacidades físicas y mentales. Otra definición relaciona el trabajo con la salud; la cual reza que el trabajo es la transformación de la naturaleza para que el individuo pueda satisfacer sus necesidades para vivir y mantener la salud (Vilella, *et al.*, 1990).

A lo largo de los tiempos, la forma de trabajar cambió de acuerdo con las épocas y los pueblos. No obstante, en esta evolución, el trabajo tiene siempre dos características asociadas que vienen desarrollándose con él: la tecnología y la organización. La define la tecnología como un conjunto de conocimientos que se aplican a la producción de bienes y servicios necesarios para la vida en la sociedad (Rosenthal, 1996).

La tecnología además, desarrolla cambios constantes en el medio ambiente y puede dar una idea general de los aspectos que llevan a la productividad: el nivel del conocimiento de las personas que forman la sociedad; la habilidad y capacidad de la creación de estas personas; la división y especialización del trabajo, que permite el desarrollo de estas cualidades; la disponibilidad de los recursos naturales y de instrumentos (máquinas, equipos, instalaciones) que permiten la aplicación de esas cualidades; y la capacidad de utilizar estos recursos para producir bienes y servicios que sean valorados por los consumidores (Sicsú, 2000).

A tal fin, Sicsú (2000) dice que la tecnología puede ser comprendida como un conjunto de conocimientos utilizados para la producción de bienes y servicios y/o para solucionar problemas valorados por el cliente final (mercado, sector social, etc.). Estas definiciones presentan una característica en común, la innovación de procesos y productos. Las máquinas y herramientas tienen como objeto el crecimiento de la capacidad productiva del hombre, y los procesos, el desarrollo de los sistemas. No obstante, cuando éstos no están adecuadamente controlados, pueden volverse contra las personas, generando riesgos que pueden llevar a accidentes y enfermedades.

Respecto a la organización, se puede decir que el hombre vive en sociedad, con otras personas y de forma cotidiana aprende a planear el trabajo, compartiendo determinadas tareas con los demás, para así lograr resultados con menor esfuerzo. Esto se llama división del trabajo (Westlander, 1997). Del mismo modo que la tecnología puede generar riesgos, la división del trabajo, si da lugar a una coordinación inadecuada, puede conllevar otras modalidades de riesgos para los trabajadores.

La revolución industrial aceleró la evolución de la tecnología que resultó también en cambios de organización en el trabajo. Las máquinas aumentaron extraordinariamente la capacidad de producción, llevando a que los trabajadores se adecuasen a las exigencias de las máquinas sobre la capacidad de producción.

Para el mejor entendimiento sobre los riesgos laborales que pueden implicar en la salud, se presentan las definiciones de salud y de prevención de riesgos laborales – PRL. La Organización Mundial de la Salud – OMS (2004) estableció la definición de salud en el año 1946, como el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de afecciones o enfermedades. La PRL debe preocuparse de todas aquellas condiciones de trabajo que puedan afectar la seguridad y salud del trabajador, para el cual hay que tener en cuenta todos los posibles factores de riesgos presentes en el trabajo.

3.3. Conceptos sobre seguridad y salud laboral

Riesgo y seguridad en el trabajo están vinculados pragmática y conceptualmente. El vínculo conceptual se puede ver comparando las dos definiciones. Riesgo se define como la probabilidad de que algo no deseado pueda suceder. La seguridad puede ser definida como la ausencia de acontecimientos no deseados, lo que significa esencialmente la ausencia de riesgo (Hollnagel, 2008). Para este autor la relación pragmática refleja esta reciprocidad, como se ve en el hecho de que la seguridad, o más bien, la falta de ella, por lo general, se mide por el número de sucesos no deseados, como los accidentes e incidentes.

No obstante, se debe establecer un concepto de seguridad que fije con claridad su significado, y no solamente por el hecho por el cual se cuantifica. Para Jannadi y Almishari (2003) seguridad puede definirse como la adopción de actitudes y la disposición de los recursos de una organización para mitigar los riesgos de una actividad necesaria para alcanzar los objetivos de esta organización.

Este concepto considera los factores de comportamiento, y los factores y recursos técnicos dirigidos a la reducción de la magnitud de los riesgos derivados de las actividades. Considera también la seguridad en el aspecto de la prevención una vez que se anticipa al riesgo de la actividad y no a la materialización del daño, tal como a diferencia de lo que Hughes y Ferrett (2008) que definen la seguridad como la protección de las personas a los daños físicos.

Aparte de la reflexión de Hollnagel (2008) sobre seguridad y riesgo, Khan y Abbasi (2000) definen riesgo como la combinación del potencial peligro de daño y de la probabilidad de ocurrencia de tal peligro. El potencial peligro de daño hace referencia a la magnitud de la situación de peligro y la consecuencia de esta situación peligrosa materializada por los daños.

Por otro lado, Jannadi y Almishari (2003) definen riesgo como el factor de medida, donde riesgo es la medida de la probabilidad, la severidad y la exposición a los peligros de una actividad. En este trabajo, se considerará riesgo a la probabilidad de ocurrencia de un hecho con el potencial de causar daños. Por daño, se entiende aquél que puedan sufrir las personas (ajenas a la empresa o los trabajadores), la propiedad (patrimonio de la empresa o de terceros), la producción (el desarrollo normal de las actividades) y el medio ambiente.

Cabe resaltar que el objeto de este trabajo se limita a la prevención de los daños a las personas y a la propiedad, a pesar de suponerse que la aplicación del método propuesto en este trabajo pueda, en algún caso, resultar en la prevención de daños a la producción o al medio ambiente.

El suceso con el potencial de causar daños se equipara a la definición de peligro que ha sido definido por Gowen, *et al.* (1992) como la característica inherente de una cosa o situación que tiene el potencial de causar un inesperado e imprevisto suceso no deseado o una serie de sucesos que tienen consecuencias perjudiciales, tales como lesiones, muerte, daños al medio ambiente o la enfermedad.

Visto que el factor de control para la prevención de los sucesos no deseados es el riesgo, la evaluación de riesgos es por consiguiente el proceso con el cual se debe promover la seguridad y salud laboral.

Aunque para Conte *et al.* (2011) la caracterización de un accidente basado en los riesgos, antes de su materialización, es de poca utilidad en la actualidad, por estar sujeto a la premisa fundamental de la incertidumbre, varios autores resaltan la importancia de la evaluación de riesgos para la eficacia de la gestión en seguridad y salud laboral (Véras, *et al.*, 2003a; Gadd, *et al.*, 2004; Duijm, *et al.*, 2008; Barkokébas *et al.*, 2003, 2009; Mitropoulos y Namboodiri, 2011). Sin embargo, es cierto lo que complementa Conte *et al.* (2011): el riesgo identificado no establece con certeza ni si va a ocurrir el accidente, ni cuándo, ni sus lesiones resultantes, ni su nivel de gravedad.

El tema de la evaluación de riesgos es ampliamente estudiado en los sectores industriales, de aviación y espacial, especialmente dirigidos a la prevención de los accidentes de grandes proporciones o accidentes industriales mayores.

En estas áreas están estructurados métodos y herramientas de control, como son el *Safety Risk Assessment and Management – the ESA approach* (Preyssl, 1995), *Probabilistic Safety Assessment – PSA* (Holmberg, 1996), *Hazard and Operability – HAZOP* (Khan y Abbasi, 1998), *Safety Culture Hazard and Operability – SCHAOP* (Kennedy y Kirwan, 1998), *Quantitative Risk Assessments – QRA* (Flin, *et al.*, 1996; Brandsæter, 2002), *Optimum Risk Analysis – ORA* (Khan y Abbasi, 2001), *Risk Assessment RLV-MPL* (Kiureghian y Birkeland, 2000), *Probabilistic Risk Assessment – PRA* (Groth, *et al.*, 2010), y *Worksystem Safety Capability Index – WSCI* (Maiti, 2010).

Por otro lado, en lo que respecta a la evaluación de riesgos en sí, tratando específicamente los riesgos laborales para obras de construcción, ha de avanzarse mucho. Han de establecerse métodos y sistemas dirigidos a la práctica y que sean eficientes y aplicables en el control de los riesgos de accidentes.

La evaluación de riesgos está presente en la legislación europea que la cita como una de las obligaciones a cumplir por los empresarios en el Artículo 9 de la Directiva 89/391/CEE (UE, 2011a), transpuesta al derecho español por la Ley 31/1995 (España, 2011a). Ésta, se define como el proceso dirigido a estimar la magnitud de los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores derivados del trabajo (EU-OSHA, 2011a). La evaluación consiste en un examen sistemático de todos los aspectos del trabajo para determinar:

- Qué puede causar daño o lesión;
- Si los riesgos pueden eliminarse y, si no es el caso,
- Qué medidas de prevención o de protección se han adoptado o deben adoptarse para controlar los riesgos.

Los métodos de evaluación de riesgos pueden ser de dos tipos, discretos o continuos. Los discretos se evalúan estableciendo los factores de riesgo antes de la ocurrencia de los accidentes. En los continuos, los accidentes indican los factores de riesgos (Miguel, 2007). El método propuesto por este trabajo es el de evaluación de riesgos del tipo discreto, con el propósito de establecer una herramienta para auxiliar en la prevención de los accidentes laborales en obras de construcción.

Denominase riesgos laborales, los agentes y condiciones existentes en el ambiente de trabajo, que con la incerteza del riesgo, poseen la probabilidad de materializarse en daños (accidentes, enfermedades e incidentes). Los riesgos laborales se subdividen en dos tipos, ambientales y de seguridad tal como muestra la figura 3.1.

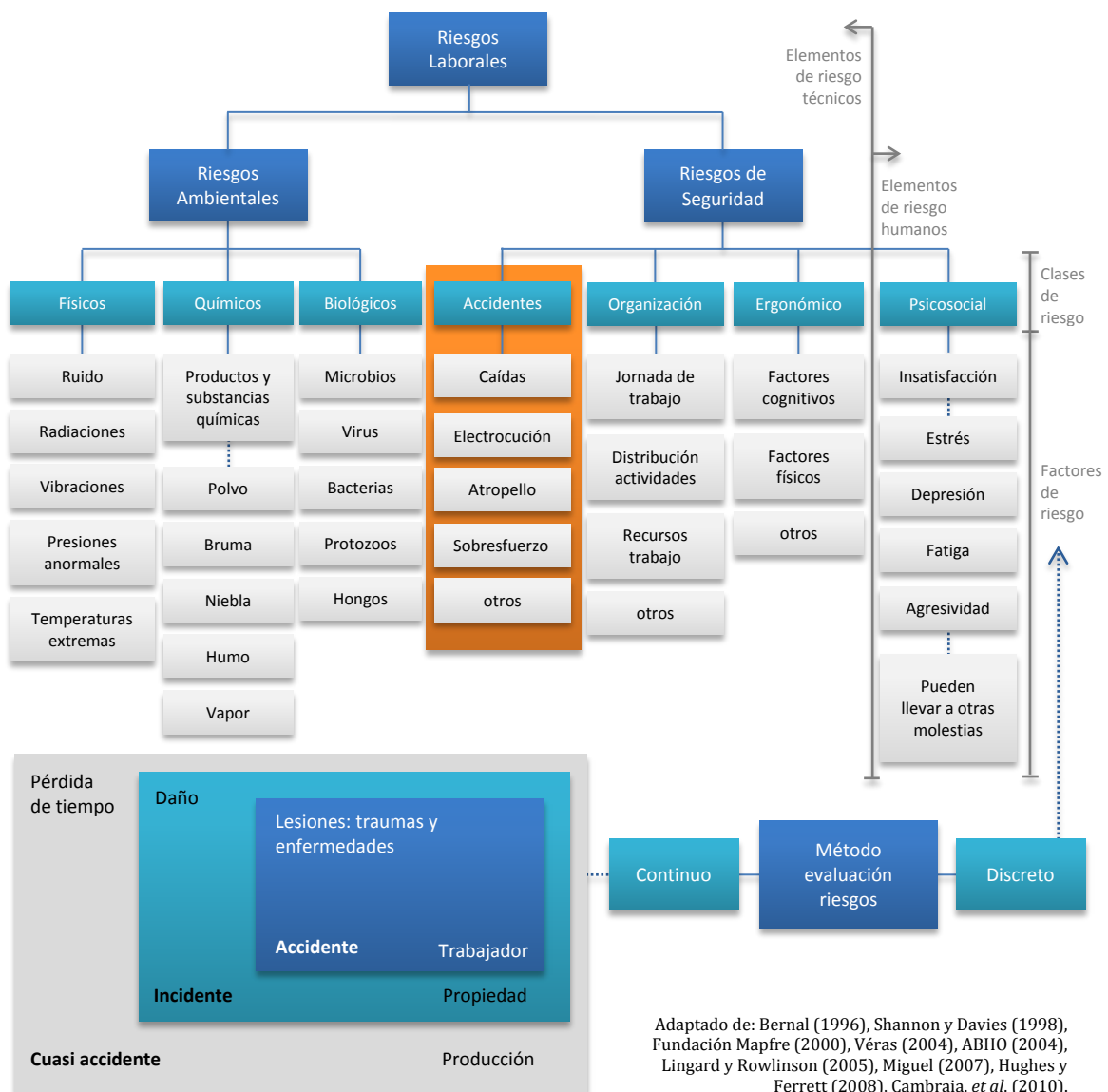


Figura 3.1 – Riesgos laborales y tipología de los métodos de evaluaci3n de riesgos.

Constituyen los riesgos ambientales, los agentes físicos, químicos y biológicos, que pueden causar daños en funci3n de su naturaleza, concentraci3n o intensidad, y del tiempo de exposici3n. Estos agentes se propagan por el ambiente, los físicos como energí3a, los químicos como materia, y los biológicos como microorganismos (ABHO, 2004).

Los riesgos físicos son los elementos (factores de riesgos) de carácter energético a los que pueden estar expuestos los trabajadores (ruido, vibraciones, presiones anormales, temperaturas extremas y radiaciones). A depender de la intensidad y del tiempo de exposici3n, pueden causar daños a los trabajadores.

Son los riesgos químicos los productos o sustancias presentes en el ambiente laboral, en las formas de polvo, bruma, niebla, vapor, o humo que por la naturaleza de su actividad, dosis, concentraci3n y tiempo de exposici3n pueden causar daños al trabajador. Estos productos también denominados factores de riesgo, pueden penetrar en el organismo por inhalaci3n, ingestión o penetraci3n cutánea.

Comprenden los riesgos biológicos todos los agentes vivos, predominantemente microscópicos, que estando presente en el ambiente laboral, puede producir enfermedades. Entre los factores de riesgos biológicos destacan los microbios, virus, bacterias, protozoos y hongos.

Sobre los riesgos ambientales, cabe resaltar la diferencia entre los términos agente y riesgo. Como ejemplo, el ruido está siempre presente en el ambiente laboral, pero no siempre este ruido es perjudicial para el trabajador. Para que el agente ruido sea nocivo, tiene que presentarse con una intensidad y tiempo de exposición por encima del límite tolerado por el hombre. Si el ruido está por encima de este límite, se clasifica como riesgo. Si está por debajo de este límite, se clasifica como agente. Este análisis cuantitativo se establece para los riesgos físicos y químicos. Los biológicos, deben controlarse con análisis cualitativos, es decir si están o no presentes en el ambiente.

Cabe resaltar que para cada tipo de agente o factor de riesgo, existe un método de evaluación específico. Muchos de ellos se valen de equipos para auxiliar en el análisis cuantitativo y cualitativo donde se determinan su tipología, dosis, concentración o intensidad.

Se han desarrollado un gran número de trabajos de investigación relacionado con los riesgos ambientales, al paso que todavía no se ha presentado un trabajo donde se plantee una metodología rigurosa para evaluar y controlar los factores de riesgo de accidentes en obras de construcción. Por ello, este trabajo se centra en los factores de riesgos de la clase del riesgo de accidentes (en destaque en la figura 3.1).

Se define factores de riesgos el conjunto de elementos o circunstancias en el ambiente de trabajo que pueden producir las patologías del trabajo (accidentes, enfermedades, alteraciones de la salud, desequilibrios o la falta de adaptación y bienestar).

Los riesgos de accidentes, también conocidos como mecánicos, son los más numerosos en las obras de construcción y son la causa de los accidentes más graves. Sus factores de riesgos son las situaciones que presentan el potencial de materializarse en un accidente o incidente. Los riesgos de accidentes están clasificados como riesgos de seguridad. Estos no se propagan por el ambiente. Suelen ser estáticos, de organización o psicosociales. También son considerados riesgos de seguridad los riesgos de organización, ergonómicos y psicosociales.

Los riesgos ergonómicos están vinculados a las exigencias que las tareas imponen al trabajador: esfuerzos, manipulación de cargas, posturas de trabajo y niveles de atención asociados a cada tipo de actividad. Valorando estos factores de riesgo se puede determinar la carga de trabajo física y mental para cada tipo de actividad.

Ha de introducirse una categoría más de riesgos denominada riesgo psicosocial. Esta puede producir complejas patologías cuya causa principal se centra en la falta de equilibrio entre las características del trabajador y las condiciones de trabajo. Puede causar graves accidentes y enfermedades que pueden incluso llevar a la incapacidad permanente para el trabajo, como puede ser en los casos en que los trabajadores terminan sufriendo patologías cardiovasculares.

El tema es importante y se presenta como objeto de recientes trabajos de representaciones sindicales, instituciones gubernamentales y centros de investigación

(Moncada, *et al.*, 2011; Callejón-Ferre, *et al.*, 2011; Johnstone, *et al.* 2011; Leka, *et al.*, 2011; Rasmussen, *et al.*, 2011; Walters, 2011).

Las clases de riesgos no son excluyentes entre sí. Las actividades en obras de construcción al igual que en cualquier otra actividad laboral, presentan una convergencia de factores de riesgo, y los accidentes no se producen por una única causa.

La acción que lleva al daño puede ser motivada o causada por dos tipos de factores de riesgos, el técnico y el humano. En el factor de riesgo técnico están los factores debidos a las condiciones materiales y al ambiente de trabajo, como por ejemplo una máquina inadecuada, un entorno físico desordenado o mal organizado. En el factor de riesgo humano están todos los factores debidos al comportamiento humano.

En el elemento de riesgo humano están los factores debidos al comportamiento humano. El control del elemento de riesgo humano no suele ser fácil, y la formación de los trabajadores es un importante tema a ser tratado por las empresas. Una buena práctica es conocer el perfil de los trabajadores para dirigir los programas de formación ofrecidos en obra a ejemplo del trabajo de Lago *et al.* (2010).

En su origen los accidentes de trabajo son debidos a fallos de gestión, por no haberse podido eliminar el factor de riesgo o por no haber podido adoptar las suficientes medidas de control frente al mismo (Belloví, *et al.*, 2003).

Estos autores, además, añaden que históricamente se produjo una dicotomía entre lo que se denominó los elementos técnicos y humanos del accidente de trabajo, diferenciando así dos grandes grupos de causas originarias.

El factor de riesgo técnico, administrativo o logístico en las empresas es susceptible de control con la efectiva promoción de la prevención de accidentes. Lo mismo no puede decirse sobre los factores de riesgos humanos. Estos no se pueden eliminar en su totalidad. Hay que minimizar las posibilidades de que se produzcan, con el efectivo control de los elementos técnicos y con la formación de los trabajadores.

El comportamiento humano incorrecto no puede ser utilizado para responsabilizar al trabajador por el accidente laboral. La culpabilidad del trabajador en los accidentes no debe ser práctica de la ingeniería de seguridad en el trabajo.

Por todo esto, las empresas deben adoptar medidas para el control de las condiciones de trabajo y luego prevenir daños y pérdidas. En este contexto, la evaluación de riesgos es la primera acción para la promoción de la seguridad y salud laboral. Tiene como objetivo la identificación de los factores en la actividad laboral que puedan conllevar accidentes, incidentes y enfermedades.

Por accidente de trabajo “se entiende toda lesión corporal que el trabajador sufre con ocasión o a consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena” según que establece la Ley de Seguridad Social de España (España, 2011b).

No obstante, respecto al tema de la PRL, no se puede considerar el accidente como el único suceso no programado a prevenirse. El incidente es un importante alerta sobre la existencia de fallos en el control de los riesgos. Son incidentes, los sucesos que no causan lesiones corporales sino daños a la propiedad y a la producción, y pueden ocasionar pérdidas económicas importantes.

Se considera que los accidentes en el trabajo engloban los sucesos que causan alguna lesión corporal, que aquí denominarán accidentes y los sucesos que no originan estas lesiones, denominados incidentes, tal como indica la figura 3.2. Los estudios clásicos de la ingeniería de seguridad en el trabajo apuntan que los incidentes presentan condiciones potenciales de convertirse en accidentes, además de representar altos costes (Lingard y Rowlinson, 2005; Miguel, 2007; Hughes y Ferrett, 2008).



Figura 3.2 – Accidente en el trabajo

Por todo ello, se puede decir que el accidente de trabajo, respecto a la prevención es “todo suceso anormal, no querido ni deseado, que se presenta de forma brusca, inesperada e imprevista y que es susceptible de provocar daños” (Fundación Mapfre, 2000).

Entre los daños que se puede originar en el trabajo están las enfermedades. Las enfermedades suelen ser contraídas y manifestadas de forma lenta y continua si se sigue estando expuesto a condiciones ambientales agresivas. En caso de que el ambiente no presente agentes ambientales agresivos, las molestias no son fácilmente identificadas como adquiridas en el trabajo.

Las molestias originadas por las enfermedades en el trabajo empezaron a estudiarse por Bernardino Ramazzini, que publicó la obra *De Morbis Artificum Diatriba* en el año de 1700 (Appel, 1953). En ella fueron publicadas las características de las personas enfermas y cómo se analizaba la enfermedad respecto a su actividad laboral.

Así, no se puede limitar la acción preventiva a los accidentes que ocasionen lesiones. En ese caso, sólo se analizaría parcialmente la realidad en el ambiente de trabajo. Para la actuación preventiva efectiva hay que controlar todos los riesgos que puedan derivarse de las condiciones de trabajo.

Se considera *condiciones de trabajo* “cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud del trabajador. Se incluyen los aspectos relacionados con las condiciones técnicas de las instalaciones y equipos, los productos y materiales utilizados y la organización y ordenación del trabajo” (Fundación Mapfre, 2000).

Al realizar una inspección de las condiciones de trabajo se evalúan los factores de riesgos. Hay que asegurarse que estos factores de riesgos están bajo control y que no superan unos umbrales ya que de otro modo pueden generar daños a la salud de los trabajadores.

3.4. Marco legal

Siendo la legislación el ordenador de la vida en sociedad, que establece aquellas conductas y acciones aceptables o rechazables, la realidad de los accidentes y enfermedades laborales exigen respuesta legislativa pertinente. La legislación de PRL debe presentar una amplia y rigurosa exigencia sobre la seguridad, a la vez que debe permitir el avance tecnológico. Es decir, el nivel de la seguridad debe ser imperativo, pero la legislación debe ser flexible con respecto a las técnicas que puedan ser adoptadas para garantizar el nivel de seguridad requerido.

El avance tecnológico industrial tuvo su inicio con la Revolución Industrial, cuando se introdujeron cambios en la forma de enfocar y desarrollar el trabajo, con una gran repercusión en los planteamientos organizativos en comparación con el trabajo de carácter artesanal que hasta entonces se ejercía. En esa época empiezan a practicarse situaciones de explotación de los trabajadores, desde la exigencia física y mental que se les imponía, largas jornadas de trabajo, manejo de grandes cargas o realización de movimientos repetitivos, hasta las malas condiciones de los ambientes de trabajo.

Las primeras leyes laborales fueron destinadas a regular el descanso de los trabajadores y el trabajo de mujeres y niños, que en su mayoría se dedicaban a la industria textil en aquel momento. Entre los primeros registros sobre la preocupación con síntomas de daños derivados del ambiente laboral, está el registro de Hipócrates en 370 a.C. sobre las quejas de los mineros en la extracción de plomo (Ramírez, 2005).

Bernardino Ramazzini estudió las molestias originadas por las enfermedades en el trabajo, y publicó la obra "*De Morbis Artificum Diatriba*" en el año de 1700 (Appel, 1953). En ella están relatadas las características de las personas enfermas y cómo se analizaba la enfermedad respecto a su actividad laboral.

A partir de la publicación del Convenio de la OIT 62 de 23 de junio de 1937 sobre seguridad laboral en obras de construcción, varios países pasaron a desarrollar sus marcos legales respecto al tema. En España, consta en su Constitución velar por la seguridad e higiene en el trabajo, lo que conllevó la necesidad de desarrollar una política de protección de la salud de los trabajadores que encuentra sus fundamentos en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (España, 2011a).

Esta Ley además de los preceptos nacionales, transpone al Derecho español las Directivas comunitarias, que son los actos jurídicos previstos en el Tratado de la Unión Europea. Son jurídicamente vinculantes y se obliga a los Estados miembros a transponerlas al derecho nacional. Las Directivas en términos de seguridad y salud establecen requisitos mínimos y principios fundamentales (EU-OSHA, 2011b).

El ordenamiento jurídico español contempla distinto rango de normas y recomendaciones que van desde la Constitución hasta las Guías Técnicas de Seguridad y Salud. Respecto a la construcción, la Directiva 92/57/CEE (UE, 2011b) establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles. El Real Decreto 1627/1997 (España, 2011c) transpone al Derecho español esta Directiva, y establece una Guía técnica para evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción. Esta Guía proporciona información práctica para el cumplimiento del citado RD.

La legislación de PRL presenta constante evolución al largo de los tiempos, y en varios rangos jerárquicos. En Brasil, igual que en España, la Constitución declara que los trabajadores urbanos y rurales tienen derecho a la reducción de los riesgos laborales. La Ley nº 6.514, de 22 de diciembre de 1977 (Brasil, 2011a), en su Capítulo V, presenta los pilares fundamentales en términos de seguridad y salud.

Con fundamentación legal en esta Ley, se desarrollan en Brasil las normas reguladoras (*Normas Reguladoras - NR*), que sobre el proceso tripartito de toma de decisiones, establecen los criterios legales el gobierno y organizaciones empresariales y sindicales. La reglamentación en términos de seguridad y salud en Brasil se complementa con los acuerdos sindicales y órdenes de servicios establecidas por las empresas. El marco jurídico principal para el sector de la construcción es la NR-18 (Brasil, 2011b), que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para obras de construcción, reparación y demolición.

Un breve resumen de la evolución histórica de los estudios y legislación sobre seguridad y salud se presenta en la tabla 3.1. Estos acontecimientos han servido de base para el desarrollo de la legislación sobre prevención de accidentes laborales.

La recomendación de la OIT con la publicación de su convenio sobre seguridad laboral en obras de construcción, llevó a varios países a desarrollar sus marcos legales respecto al tema.

En España, consta en su Constitución velar por la seguridad e higiene en el trabajo, lo que conllevó la necesidad de desarrollar una política de protección de la salud de los trabajadores que encuentra sus fundamentos en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (España, 2011a).

Esta Ley además de los preceptos nacionales, transpone al Derecho español las Directivas comunitarias, que son los actos jurídicos previstos en el Tratado de la Unión Europea. Son jurídicamente vinculantes y se obliga a los Estados miembros a transponerlas al derecho nacional. Las Directivas en términos de seguridad y salud establecen requisitos mínimos y principios fundamentales (EU-OSHA, 2011b).

La Ley 31/1995 transpone al Derecho español la Directiva marco en SST, 89/391/CEE (UE, 2011a), al tiempo que incorpora otras Directivas, 92/85/CEE (UE, 2011c), 94/33/CEE (UE, 2011d) y 91/383/CEE (UE, 2011e), relativas a la protección de la maternidad y de los jóvenes y al tratamiento de las relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.

El ordenamiento jurídico español contempla distinto rango de normas y recomendaciones que van desde la Constitución hasta las Guías Técnicas de Seguridad y Salud. Respecto a la construcción, la Directiva 92/57/CEE (UE, 2011b) establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles.

El Real Decreto 1627/1997 (España, 2011c) transpone al Derecho español esta Directiva, y establece una Guía técnica para evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción. Esta Guía proporciona información práctica para el cumplimiento del citado RD.

Tabla 3.1 – Resumen sobre el desarrollo de la prevención de accidentes.

ÉPOCA	ORIGEN	CONTRIBUCIÓN
Sig. IV a.C.	Hipócrates	Describe las enfermedades que aquejaban a los mineros en la extracción de plomo.
Sig. I a.C.	Plinio el Viejo	Publicó Historia Natural, trató enfermos con saturnismo debido a la extracción de plomo.
	Lucano y Silio Itálico	Trataron a los mineros que trabajaban en las minas de oro.
428-328 a.C.	Platón	Comentó las deformaciones óseas padecidas por algunos trabajadores en determinadas profesiones.
384-322 a.C.	Aristóteles	Hace mención sobre las enfermedades de los atletas y las formas de evitarlas.
Sig. II	Galeno	Trataran el tema de las enfermedades laborales, siendo el sabio árabe quien relacionó los cólicos saturnicos con el uso de pinturas a base de plomo
980-1037	Avicena	
1473	Ellenbog	Estudió la acción nociva de los humos y vapores desprendidos en la fundición de metales, describiendo los síntomas de las intoxicaciones por plomo y mercurio, apuntando algunas medidas preventivas.
1494-1555	Paracelso	Uno de los médicos fundadores de la medicina experimental, escribió su obra científica <i>Tratado de la metalurgia y de sus enfermedades</i> , publicado en 1567. Comentó las enfermedades profesionales que afectaban a los fundidores y metalúrgicos, describiendo, entre otras, el hidrargirismo o intoxicación por mercurio.
1494-1541	Georgius Agrícola	En su obra <i>Sobre los metales</i> comenta algunas enfermedades observadas en los trabajadores y los accidentes de trabajo más habituales sufridos por los mineros, aconsejando y las medidas de prevención a emplear.
1633-1714	Bernadino Ramazzini	Considerado el padre de la medicina del trabajo, publicó la obra <i>Tratado de las enfermedades de los artesanos</i> , publicada en 1700 donde estudió y analizó los oficios que se realizaban en su época, exponiendo los daños que se producían en la salud. Hecho importante, indicaba las medidas preventivas para evitarlos.
1833	Inglaterra	El Reglamento de la Industria aprobada por el Parlamento británico, norma legal sobre prevención laboral que, además, creó la primera inspección gubernamental de fábricas.
1864	Inglaterra y Francia	Se fundó la Asociación Internacional de Trabajo – AIT por iniciativa de los sindicatos ingleses y franceses.
1867	Francia	Engel Dollfus fundó en Mulhouse la Asociación para la Prevención de Accidentes.
1869	Alemania	Se promulgaron leyes que obligaban a las empresas a proporcionar a los trabajadores los medios de protección.
1873	España	Ley Benot destinada a prohibir ciertos trabajos a los niños y la creación del primer órgano de inspección en el ámbito laboral.

continua

continuación		
1880	Inglaterra	Publicada la <i>Employers Liability Act</i> , que permitió a los representantes de un trabajador fallecido en un accidente laboral demandar al empresario por daños y perjuicios derivados de su negligencia. Estaba establecida la responsabilidad del empresario sobre los accidentes laborales.
1883	España	Se instituyó la Comisión de Reformas Sociales, cuya misión era el estudio y mejora de las condiciones sociales de las clases obreras. Resultado de su trabajo fue la importante Ley de Accidente de Trabajo de 30 de enero de 1900.
1871 - 1890	Alemania	Durante el mandato de Bismarck, aparecen los primeros seguros sociales dirigidos a la protección de los obreros accidentados que, posteriormente, servirían para atender las necesidades de los trabajadores más necesitados.
1877	Estados Unidos de América	El estado de Massachusetts estableció una ley sobre la prevención de accidentes en las fábricas para protección de maquinaria peligrosa.
1886	Estados Unidos de América	También en el estado de Massachusetts fue establecida una ley sobre la obligatoriedad de la notificación de accidentes de trabajo.
1889	Francia	Celebrado en París el I Congreso Internacional de Accidentes de Trabajo.
1890	Alemania y Suiza	Organizan una Conferencia Internacional para el estudio del trabajo en fábricas y minas.
1900	España	Ley de Accidentes de Trabajo.
1900	Francia	Creación en París de la Asociación Internacional de Legislación del Trabajo, cuyas acciones congresuales pueden considerarse como los primeros Convenios Internacionales del Trabajo.
1905-1913	Asociación Internacional de Legislación del Trabajo	En este periodo fueron realizados tres congresos, aprobando los primeros convenios internacionales de trabajo, que hacían referencia al trabajo nocturno de mujeres, al uso de fósforo blanco, a la regulación de la jornada de trabajo de las mujeres y de los menores y a la prohibición del trabajo nocturno a los niños.
1908	España	Prohíbe el trabajo en determinadas industrias a mujeres
1910	España	Ley de niños prohíbe a menores de edad y a varones menores de dieciséis años el trabajo en determinadas industrias.
1919	Tratado de Versalles	Creación de la Organización Internacional del Trabajo – OIT.
1919	Estados Unidos de América	E. W. Bullard diseñó el primer casco de seguridad para la industria, partiendo de la idea de un casco militar.
1919	Brasil	Primera ley brasileña respecto a los accidentes laborales.
1922	España	El 23 de agosto de 1922 se promulgo el Código de Trabajo, el cual hubo que adaptar, por Ley de 23 de agosto de 1923, tras la ratificación por España del Convenio 17 de la OIT, estableciendo la obligación del aseguramiento de los trabajadores de la industria.
1937	OIT	Elaborado convenio sobre seguridad laboral en obras de construcción.

FUENTE: Herrer (1996); Véras (2004).
 NOTA: adaptado por el autor.

El marco jurídico sobre PRL en obras de construcción consta de los siguientes documentos:

- Ley 31/1995: Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales - LPRL (España, 2011a)
- RD 1627/1997: Real Decreto 1627/1997, DE 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. (España, 2011c).
- GT RD 1627/1997: Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción establecida por el Real Decreto 1627/1997 (España, 2012a).
- RD 1215/1997: Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (España, 2012b).
- GT 1215/1997: Guía Técnica establecida por el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo modificado por el Real Decreto 2177/2004 (España, 2012c).
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura (España, 2012d).
- RD 614/2001: Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (España, 2012e).
- ITC-BT-33: Instalaciones con fines especiales instalaciones provisionales y temporales de obras, ITC-BT-33, Ministerio de Ciencia y Tecnología (España, 2012f).
- ITC-BT-24: Instalaciones interiores o receptoras protección contra los contactos directos e indirectos, ITC-BT-24, Ministerio de Ciencia y Tecnología (España, 2012g).
- ITC-BR-08: Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica, ITC-BT-08 Ministerio de Ciencia y Tecnología (España, 2012h).
- RD 773/1997: Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (España, 2012i).
- RD 604/2006: Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el 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 (España, 2012j).
- RD 39/1997 - Aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (España, 2012k)
- RDL 5/2000: Real decreto legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social (España, 2012l).

- Ley 10/1995 – Código Penal: Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal (España, 2012m).
- Ley 54/2003: Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (España, 2012n).
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas (España, 2012ñ).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (España, 2012o).
- Real Decreto 1407/1992, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (España, 2012p).
- Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia (España, 2012q).
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, trata de la ordenación de la Edificación (España, 2012r).
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, que trata del tema sobre la coordinación de actividades empresariales (España, 2012t).
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción (España, 2012u).
- Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (España, 2012v).
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (España, 2012w).

La legislación presenta constante evolución al largo de los tiempos, y en varios rangos jerárquicos. En Brasil, igual que en España, la Constitución declara que los trabajadores urbanos y rurales tienen derecho a la reducción de los riesgos laborales. La Ley nº6.514, de 22 de diciembre de 1977 (Brasil, 2011a), en su Capítulo V, presenta los pilares fundamentales en términos de seguridad y salud.

Con fundamentación legal en esta Ley, se desarrollan en Brasil las normas reguladoras (“*Normas Reguladoras - NR*”), que sobre el proceso tripartito de toma de decisiones, establecen los criterios legales el gobierno y organizaciones empresariales y sindicales. La reglamentación en términos de seguridad y salud en Brasil se complementa con los acuerdos sindicales y órdenes de servicios.

El marco jurídico principal para el sector de la construcción es la NR-18 (Brasil, 2011b), que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para obras de construcción, reparación y demolición.

El marco jurídico sobre PRL en la construcción, en Brasil consta de los siguientes documentos:

- Ley 6.514/1977: Ley nº 6.514, de 22 de diciembre de 1977, modifica el Capítulo V de la Consolidación de leyes laborales (*“Consolidação das Leis do Trabalho – CLT”*) (Brasil, 2011a).
- Ley nº7.410, de 27 de noviembre de 1985, que dispone sobre la formación de los Ingenieros y Arquitectos en Ingeniería de Seguridad en el Trabajo, y del técnico en Seguridad del Trabajo (Brasil, 2012a).
- NR 18: Norma Reguladora nº 18 – Condiciones y medio ambiente de trabajo en la industria de la construcción (*“Norma Regulamentadora nº 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção”*). Actualizada por la Ordenanza SIT n. 296, de 16 de diciembre de 2001 y reglamentada por la GM nº3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2011b).
- Resoluciones del Comité Permanente Nacional y Regional sobre seguridad y salud en la industria de la construcción (Brasil, 2012b).
- Decreto nº 02, de 17 de marzo de 1992, que aprueba el Convenio 155 de La OIT sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo (Brasil, 2012c).
- NR 1: Norma Reguladora nº 1 – Disposiciones generales (*“Norma Regulamentadora nº 1 – Disposições Gerais”*). Actualizada por la SIT nº 84, de 04 de marzo de 2009 y reglamentada por la GM nº 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 2: Norma Reguladora nº 2 – Inspección preliminar (*“Norma Regulamentadora nº 2 – Inspeção prévia”*). Ordenanza GM nº 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 3: Norma Reguladora nº 3 – Paralización (*“Norma Regulamentadora nº 3 – Embargo ou interdição”*). Ordenanza GM nº 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 4: Norma Reguladora nº 4 – Servicios de prevención propio (*“Norma Regulamentadora nº 4 – Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho – SESMT”*). Actualizada por la SIT n.º 128, de 11 de diciembre de 2009 y reglamentada por la GM nº 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 5: Norma Reguladora nº 5 – Comisión de prevención de accidentes de la empresa (*“Norma Regulamentadora nº 5 – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA”*). Actualizada por la SIT n. 247, de 12 de julio de 2011 y reglamentada por la GM nº 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR6: Norma Reguladora nº 6 – Equipo de protección individual (*“Norma reRegulamentadora nº 6 – Equipamentos de proteção individual”*). Actualizada por la SIT nº 194 de 7 de diciembre de 2010 y reglamentada por la GM nº 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 7: Norma Reguladora nº 7 sobre el plan de control de enfermedades laborales. (*“Norma Regulamentadora nº 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional”*). Ordenanza GM nº 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 8: Norma Reguladora nº 8 Edificaciones (*“Norma Regulamentadora nº 8 – Edificações”*). Ordenanza GM nº 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 9: Norma Reguladora nº 9 – Plan de prevención de riesgos ambientales (*“Norma Regulamentadora nº 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRÁ”*). Actualizada por la SSST n.º 25, de 29 de diciembre de 1994 y reglamentada por la GM nº 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).

- NR 10: Norma Reguladora nº 10 – Seguridad en instalaciones y servicios con electricidad (“*Norma Reguladora nº 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade*”). Actualizada por la GM n.º 598, de 07 de diciembre de 2004 y reglamentada por la GM n.º 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 11: Norma Reguladora nº 11 – Transporte y acopio de materiales (“*Norma Reguladora nº 11 Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais*”). Ordenanza GM n.º 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 12: Norma Reguladora nº 12 – Seguridad en maquinarias y herramientas (“*Norma Reguladora nº 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos*”). Actualizada por la Ordenanza SIT n.º 293, de 08 de diciembre de 2011 y reglamentada por la GM n.º 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 15: Norma Reguladora nº 15 – Actividades y operaciones insalubres (“*Norma Reguladora nº 15 – Atividades e operações insalubres*”). Actualizada por la Ordenanza SIT n.º 203, de 28 de enero de 2011 y reglamentada por la GM n.º 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 16: “Norma Reguladora nº 16 – Actividades y operaciones peligrosas (“*Norma Reguladora nº 16 – Atividades e operações perigosas*”). Actualizada por la Ordenanza SIT n.º 312, de 23 de marzo de 2012 y reglamentada por la GM n.º 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 17: Norma Reguladora nº 17 – Ergonomía (“*Norma Reguladora nº 17 – Ergonomia*”). Actualizada por la Ordenanza SIT n.º 13, de 21 de junio de 2007 y reglamentada por la GM n.º 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 19: Norma Reguladora nº 19 – Explosivos (“*Norma Reguladora nº 19 – Explosivos*”). Actualizada por la Ordenanza SIT n.º 228 de 24 de mayo de 2011 y reglamentada por la GM n.º 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 20: Norma Reguladora nº 20 – Líquidos inflamables y combustibles (“*Norma Reguladora nº 20 – Líquidos combustíveis e inflamáveis*”). Reglamentada por la GM n.º 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 21: Norma Reguladora nº 21 – Trabajos a cielo abierto (“*Norma Reguladora nº 21 – Trabalhos a céu aberto*”). Actualizada por la Ordenanza GM n.º 2.037 de 15 de diciembre de 1999 y reglamentada por la GM n.º 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR 23: Norma Reguladora nº 23 – Lucha contra incendios (“*Norma Reguladora nº 23 – Proteção contra incêndios*”). Actualizada por la Ordenanza SIT n.º 221, de 06 de mayo de 2011 y reglamentada por la GM n.º 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012u).
- NR 24: Norma Reguladora nº 24 – Locales de trabajo (“*Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho*”). Actualizada por la Ordenanza SSST n.º 13, de 17 de septiembre de 1993 (Brasil, 2012d).
- NR 26: Norma Reguladora nº 26 – Señalización de seguridad (“*Sinalização de segurança*”). Actualizada por SIT n.º 229, de 24 de mayo de 2011 (Brasil, 2012d).
- NR 28: Norma Reguladora nº 28 – Inspección y sanciones (“*Norma Reguladora nº 28 – Fiscalização e penalidades*”). Actualizada por la Ordenanza SIT n.º 298, de 11 de enero de 2012 y reglamentada por la GM n.º 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
- NR-33: Norma Reguladora nº 26 – Espacios confinados (“*Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados*”). Reglamentada por la GM n.º 202, 22 de diciembre de 2006 (Brasil, 2012d).

3.5. Normalización

En el año 1919 fue creada la Organización Internacional del Trabajo – OIT, una agencia multilateral vinculada a la Organización de las Naciones Unidas – ONU, especializada en los temas del trabajo. En lo que se refiere a sus objetivos, la OIT:

- Promueve y cumple las normas, los principios y derechos fundamentales en el trabajo;
- Genera mayores oportunidades para que mujeres y hombres puedan tener empleos e ingresos dignos;
- Mejora la cobertura y la eficiencia de una seguridad social para todos;
- Fortalece el tripartismo y el diálogo social.

El tripartismo es un método de trabajo y desarrollo de políticas y programas con la participación de los empleadores y trabajadores con mediación de los gobiernos. La estructura tripartita de la OIT le proporciona un carácter único entre las organizaciones internacionales, ya que las organizaciones de empleadores y trabajadores participan en todas las discusiones con los gobiernos en posición de igualdad.

En esa estructura fue elaborado el documento “Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo” (ILO-OSH 2001). Las directrices presentan instrucciones para orientar la práctica de la prevención de accidentes laborales en las empresas. Estas directrices fueron elaboradas de forma tripartita y presentan un carácter voluntario con respecto a los sistemas de gestión. Además, la OIT preconiza que su aplicación no exige certificación.

Debido a las características del sector de la construcción, la gestión de la seguridad laboral exige un sistema específico para cada obra, en función de la mano de obra y de los métodos constructivos empleados. En este sentido, es fundamental que la gestión de la seguridad laboral se adecúe al proyecto de la obra, a través de un proyecto de seguridad, integrándose en él. En otras palabras, el proyecto de la seguridad (en España, Estudio de Seguridad) con la descripción del sistema de gestión debería tener la misma importancia y nivel de detalle que los demás proyectos de la obra.

Por un lado, hay que tener en cuenta que el sistema de gestión es un método que permite a las empresas cumplir y mantener acciones preventivas en relación con los accidentes laborales. Por otro lado, los gobiernos establecen leyes y reglamentos, y realizan inspecciones en las empresas para comprobar su cumplimiento.

En este contexto, no se considera positiva la creación de sistemas certificadores para la gestión de la seguridad laboral de las empresas. La principal razón por la que se considera que dichas certificaciones son un error se debe al factor humano existente en las relaciones laborales que, contrariamente a lo que se verifica para los factores técnico, administrativo o logístico en las organizaciones, no puede ser completamente controlado.

Por otra parte, la certificación preconiza actividades coordinadas y controladas, aspecto que no se sistematiza en el componente humano, ya que es una variable independiente en el contexto laboral. La certificación puede proporcionar una sensación falsa de seguridad en cuanto a los riesgos en la obra, aun pudiendo ser utilizada de manera inadecuada por las empresas como una herramienta de marketing.

Asimismo, se plantearía el problema de la comercialización del certificado, que puede resultar de la simple transacción financiera, sin poner énfasis en el objetivo principal de preservar la vida humana. La investigación desarrollada por Zwetsloot *et al.* (2011) indica que la certificación obligatoria puede presentar problemas debido a los mecanismos de mercado. Cuando el certificado es obligatorio, puede que el valor económico de poseer el certificado sea mayor que la mejora del desempeño en materia de seguridad y salud laboral.

Además, si el valor del desempeño en seguridad y salud asociado a los certificados, no es reconocido por las empresas (clientes de los certificadores), otros intereses de mercado (por ejemplo, los bajos costes, o el aumento de la cuota de mercado) pueden llegar a dominar el sistema y minar la confianza en los certificados (Véras, *et al.*, 2009).

Por todo ello, se propone que los métodos de evaluación de riesgos puedan contribuir a la estructura de los sistemas de PRL de las empresas, minimizando la cuestión de la certificación. Los métodos para evaluación de riesgos tienen el fin de proporcionar la mejoría continua de la organización, incrementando: su política de prevención, valoración, organización, planeamiento y aplicación para mejorar la calidad de vida de los trabajadores.

3.6. Evaluación de la accidentabilidad en la construcción

Los datos sobre accidentes y enfermedades laborales son importantes indicadores del grado de siniestralidad de una empresa, sector o país. En la actualidad, existe una demanda de registros adecuados, debido a los aspectos económicos involucrados en los accidentes y enfermedades, además del interés sobre cuáles son los aspectos que se relacionan con los accidentes de mayor gravedad.

El trabajo desarrollado por López *et al.* (2008) respecto a la gravedad de los accidentes en la construcción, se concluyó que aquélla está relacionada con la edad y la cualificación de la víctima, el agente causante, la hora del accidente y con la región geográfica donde se produce el accidente. Cuanto mayor sea el trabajador implicado en el accidente, mayor es la probabilidad de que el accidente sea grave.

Los accidentes sufridos por los ingenieros y directivos muestran una mayor probabilidad de resultar en consecuencias graves y mortales. Respecto al agente causante, la probabilidad de que un accidente tenga consecuencias graves aumenta cuando se trata de vehículos, andamios, estructuras y escaleras.

Concluyen los autores, que los accidentes que ocurren por la tarde tienen una mayor probabilidad de ser graves y mortales. Las zonas más montañosas, con terreno accidentado y altas precipitaciones registran el mayor porcentaje de accidentes graves, y al contrario, los menos graves se producen en las regiones mediterráneas, con un clima más suave.

Este apartado está destinado a describir los datos sobre el registro de los accidentes laborales en España. No obstante otros trabajos presentan un análisis estadístico detallado sobre los accidentes laborales en España, como el de Carnero y Pedregal (2010).

Analizándose el registro de los accidentes según el segmento económico en España, el sector de servicios, que comprende las actividades de comercio, transporte y almacenamiento, servicios sanitarios, servicios a edificios y actividades de jardinería,

venta y reparación de vehículos y similares, ha liderado el número absoluto de sucesos en los últimos 16 años, tal como muestra la figura 3.3 (accidentes laborales en jornada con baja).

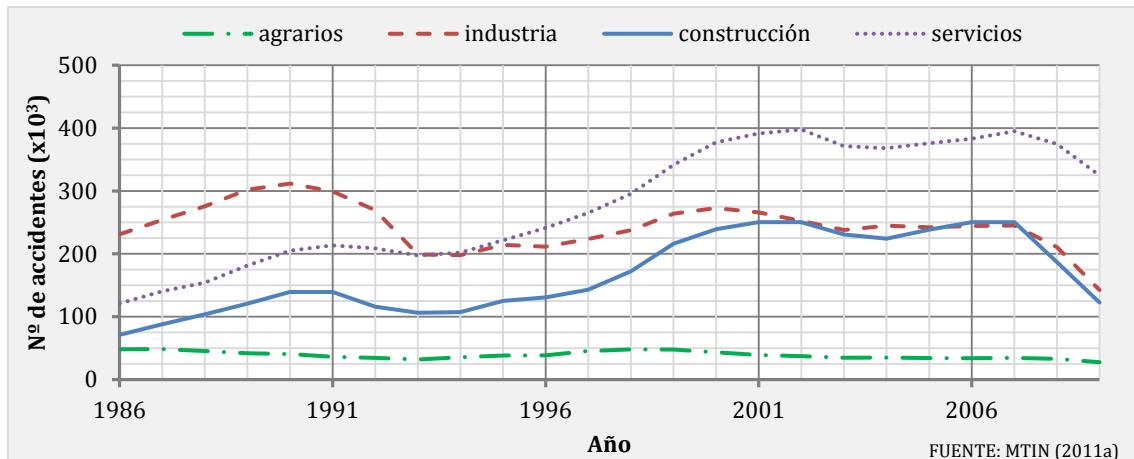


Figura 3.3 – Accidentes con baja en España por sector económico, 1986 – 2009.

Seguido del sector de servicios, se presenta el sector industrial, entre los subsectores que más siniestralidad presenta, son: fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo; fabricación de productos minerales no metálicos; metalurgia; alimentación; fabricación de vehículos de motor, remolques, semirremolques, y otros materiales de transporte; industria de la madera y del corcho, muebles, cestería y espartería; recogida, tratamiento y eliminación de residuos.

El sector de la construcción se presenta en tercer lugar, en términos de números absolutos de accidentes. Se divide el sector en: construcción de edificios, ingeniería civil y actividades de construcción especializada. El sector agrario se presenta con los índices de menos siniestralidad. Comprende el sector agrario la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y explotación forestal, pesca y acuicultura.

Sin embargo, la relación entre los accidentes y el número de personas ocupadas, indica que por cada 15 personas ocupadas en la construcción una sufrió accidente con baja en la jornada laboral en el año 2009. Seguido de la industria, con 19 personas ocupadas por cada una que sufrió accidente; la agricultura con 28 personas ocupadas por cada una que sufrió accidente; y, el sector de servicios, con 41 personas ocupadas por cada una que sufrió accidente laboral.

En términos de evaluación porcentual, el sector de servicios obtuvo un promedio del 45% de los accidentes laborales en jornada de trabajo con baja, entre 2005 y 2009, seguido del sector de la industria con 26%, construcción con 25%, y el sector agrario con 4%.

Se constata que el mayor volumen de accidentes es en el sector de servicios, pero es la construcción quien más accidenta en términos relativos.

La figura 3.4 presenta las curvas del número de accidentes laborales en jornada con baja en la construcción (1995-2009) y del Producto Interior Bruto del sector de la construcción

(1995-2010). El descenso en el número de accidentes en los últimos años, es debido en parte, a la reducción en el número de obras debido a la retracción económica del sector.

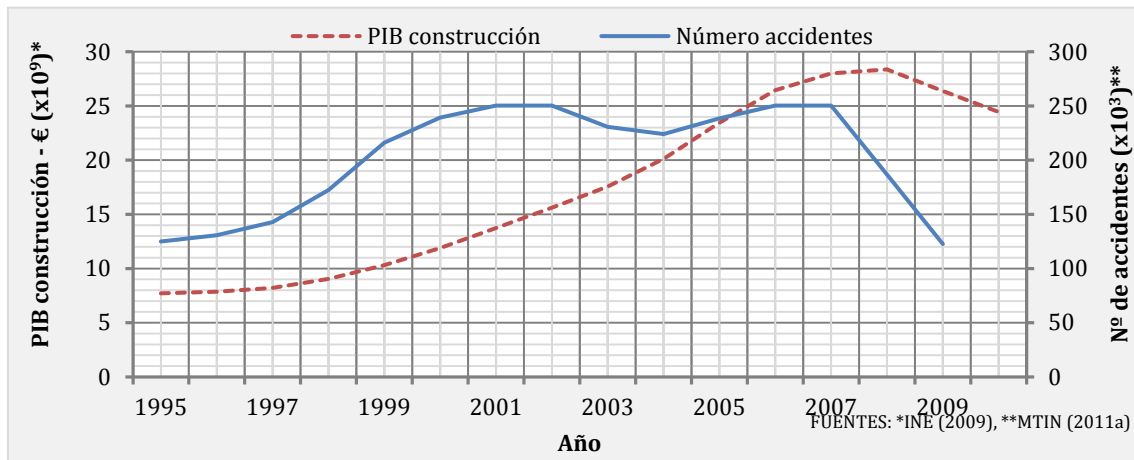


Figura 3.4 – PIB de la construcción y número de accidentes.

Analizándose los accidentes laborales con baja, en jornada de trabajo e *in itinere*, se observa crecimiento en las dos categorías, entre los años de 1988 y 2009, con un descenso importante en los años siguientes. Los accidentes *in itinere* son en su mayoría accidentes de tráfico (figura 3.5).

Los datos llevan a creer que el método de registro o clasificación de los accidentes laborales ha pasado por cambios al largo de los años, considerándose que el crecimiento presentado entre los años de 1993 y 2003, va contra el desarrollo tecnológico del sector. Cada vez más, la fuerza física de trabajo es sustituida por máquinas y equipos con sistemas integrados de protección al usuario.

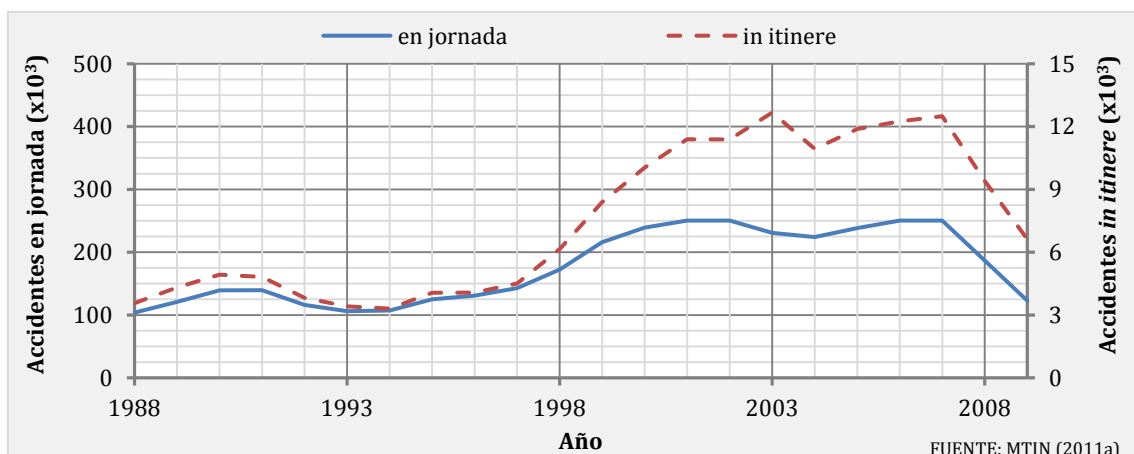


Figura 3.5 – Accidentes en jornada de trabajo e *in itinere*, 1988 – 2009.

Los accidentes mortales presentaron una reducción porcentual de 22,90% entre los años 1986 y 2009. Correlacionando los accidentes mortales en este periodo, con la cantidad de

días, se obtiene el indicador de 1 accidente cada día y medio. No obstante, los accidentes mortales están disminuyendo desde el año 2005 (figura 3.6).

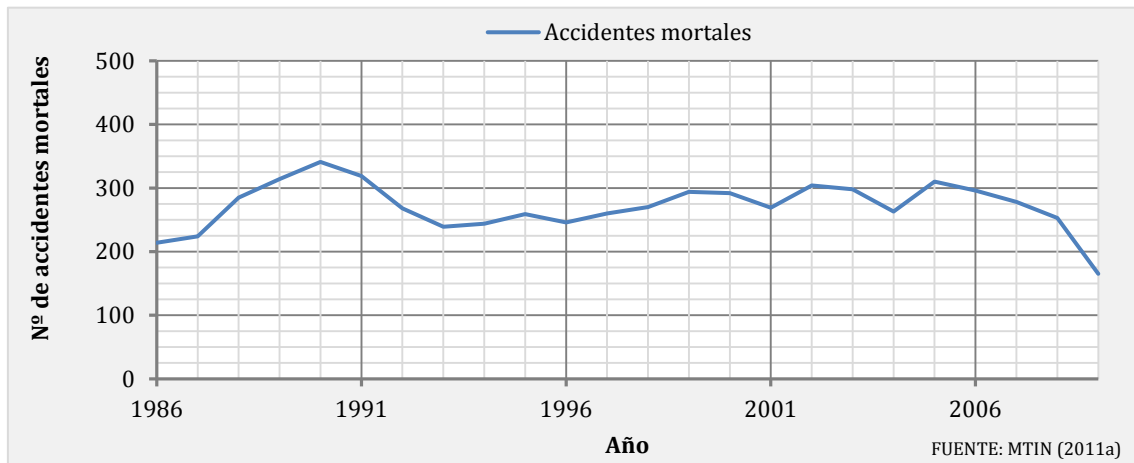


Figura 3.6 – Accidentes mortales en la construcción, 1986 – 2009.

El análisis comparativo entre los accidentes mortales y la población ocupada en el sector de la construcción indica que entre los años de 1999 y 2007, hubo una variación independiente. La población sigue ascendente en cuanto los accidentes presentan variación descendente entre 2003 y 2004, ascendente en el año siguiente, y luego vuelve a descender. A partir del año 2007 el número de accidentes desciende con el número de población ocupada (figura 3.7).

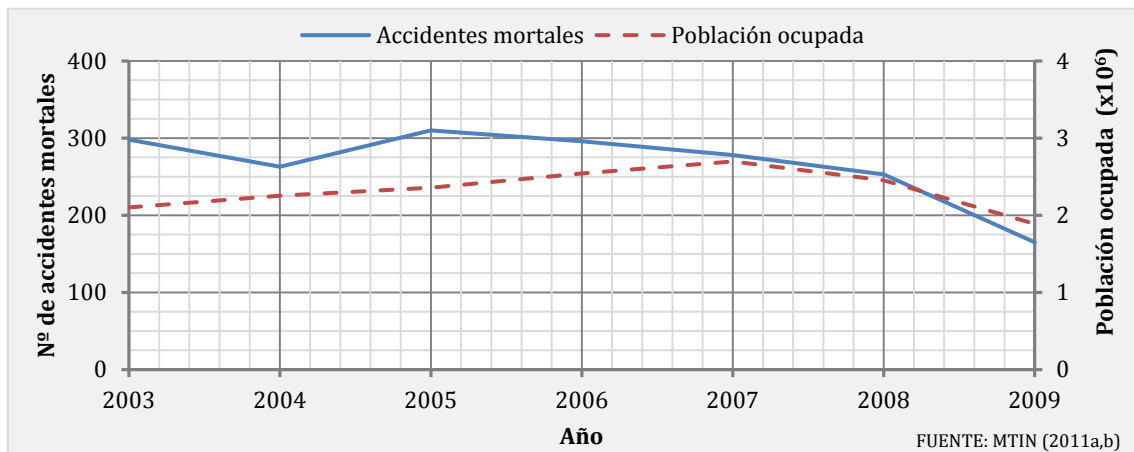


Figura 3.7 – Accidentes mortales y población ocupada en España, 2003 – 2009.

Además de los datos cuantitativos sobre los accidentes, se calculan unos índices de siniestralidad, que son parámetros que expresan en cifras relativas las características globales de la siniestralidad en la empresa, en el sector o en el país al que se aplica.

Estos proporcionan unos valores útiles para conocer la situación actual, para comparar entre períodos de tiempo, entre colectivos, entre empresas, entre territorios o dentro del

colectivo en el que se integre. También sirven para comprobar la evolución de la siniestralidad y la efectividad de las actuaciones preventivas.

Los índices más conocidos son los establecidos en la 10ª Conferencia de Estadígrafos del Trabajo, convocada por la OIT en octubre de 1962 (ILO, 2012). A los índices implantados en ella se les denominó: índice de frecuencia, índice de gravedad, índice de incidencia e índice de duración media.

El Índice de Frecuencia (*IF*) es el parámetro que relaciona el número de accidentes con el número de horas trabajadas. Indica el número de accidentes por millón de horas reales trabajadas por el colectivo de trabajadores que se tiene en cuenta.

Los criterios establecidos para su cálculo son:

1. la consideración de accidente con baja o sin baja; podrá calcularse este índice contabilizando únicamente los accidentes con baja, o podrá procederse a calcular un “índice de frecuencia general” contabilizando los accidentes con baja y sin baja;
2. no sumar los accidentes in itinere, pues al tener lugar fuera del centro de trabajo y del horario de trabajo se escapan de la posible actuación preventiva de la empresa;
3. en la determinación de las horas reales de trabajo han de restarse las pérdidas por vacaciones, permisos, por bajas de enfermedad o accidente, y similares.

El *IF* en España viene disminuyendo desde el año 2004 como se ve en la figura 3.9. El Índice de incidencia (*Ii*) es el parámetro que representa el número accidentes por cada mil personas que estén o puedan estar expuestas.

Es utilizado cuando no es posible disponer de la información sobre horas trabajadas, o cuando el cálculo de éstas resultase difícil, debido a que el número de personas y el de horas que cada una trabaja pueda ser variable.

La incidencia de accidentes laborales en el sector de la construcción decrece en todo el periodo analizado (figura 3.8). Este dato indica que se registran menos accidentes por cada cien mil trabajadores. Escenario que se confirma con el índice de frecuencia, donde se analiza el registro de accidentes laborales con las horas trabajadas.

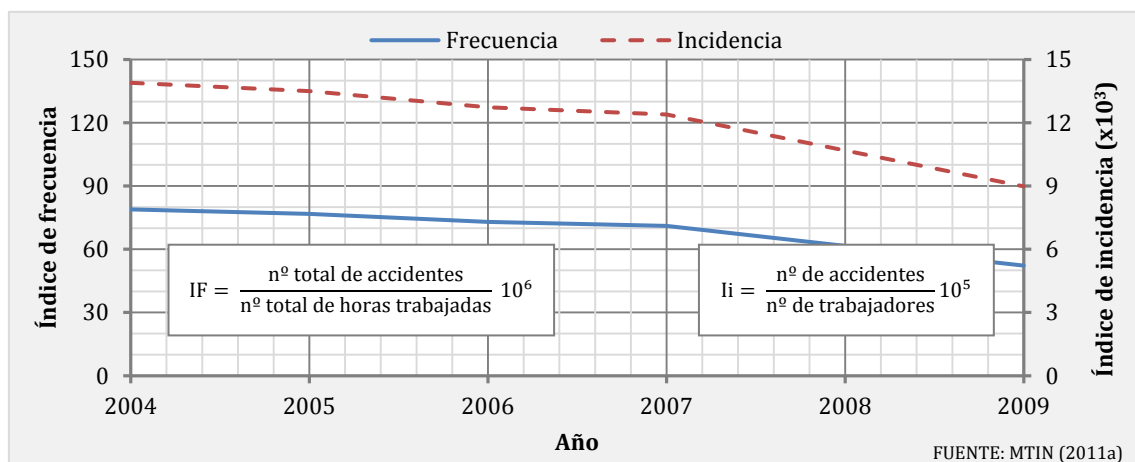


Figura 3.8 – *IF* e *Ii* de accidentes en España entre 2004 y 2009.

El Índice de Gravedad (*IG*) es el parámetro que representa el número de jornadas perdidas por accidentes de trabajo cada mil horas trabajadas.

Los criterios establecidos para su cálculo son:

1. para el cálculo de las jornadas perdidas por accidentes que den lugar a muerte o a incapacidades permanentes, parciales, totales o absolutas, se ha usado una misma escala que indique, para cada caso, la equivalencia en jornadas perdidas;
2. el número de jornadas perdidas, contabiliza sólo el número de días laborales y no los días naturales, obteniendo con ello un resultado más acorde con el número de horas reales trabajadas;
3. se considera que los accidentes sin baja dan lugar a dos horas perdidas;
4. para el cálculo de horas-hombre trabajadas se siguen los mismos criterios que para el *IF*.

El *IG* no presenta la misma variación respecto al número de accidentes mortales por considerar además de estos accidentes, los con consecuencias graves, por jornadas no trabajadas. El índice ha decaído entre los años 2004 y 2006, y ha variado en los últimos cuatro años (figura 3.9).

Se considera también, el índice de duración media (*IDM*), parámetro que se utiliza para cuantificar el tiempo medio de duración de las bajas por accidente. Análogo al índice de gravedad, el *IDM* presenta variación en el periodo entre 2006 y 2009, tal como indica la figura 3.9.

Mediante los índices de frecuencia y de gravedad se obtiene información sobre la seguridad existente en una empresa o sector. El índice de frecuencia y el de incidencia miden respectivamente el número de accidentes en proporción al número de horas trabajadas o al número de trabajadores.

El índice de gravedad y el de duración media miden los efectos en cuanto a proporción de jornadas perdidas por horas trabajadas o por accidentes. Así, un accidente mortal no afecta más que uno leve al valor del índice de frecuencia, pero sí es importante su influencia en el valor del índice de gravedad.

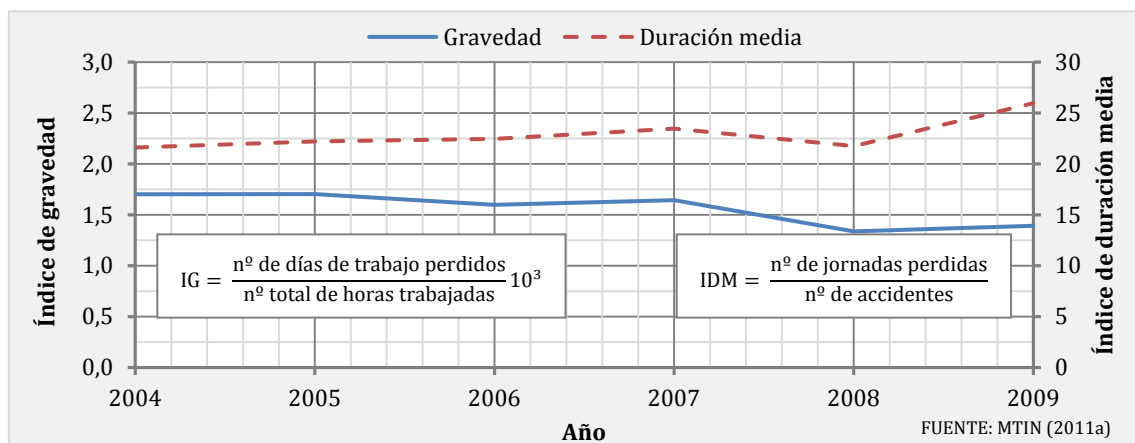


Figura 3.9 – *IG* e *IDM* de accidentes en España entre 2004 y 2009.

Los indicadores presentados son ampliamente utilizados por las recomendaciones de la OIT, y son divulgados por esta institución donde se evalúan la siniestralidad entre los países y sectores. A continuación se presentan otros indicadores del sector de la construcción en España.

Según el tipo de contrato del trabajador, la mayor parte de los accidentes son con trabajadores en régimen de contrato temporal. Se constata que los trabajadores con mayor estabilidad y que reciben capacitación en la empresa sufren menos accidentes que los demás (figura 3.10).

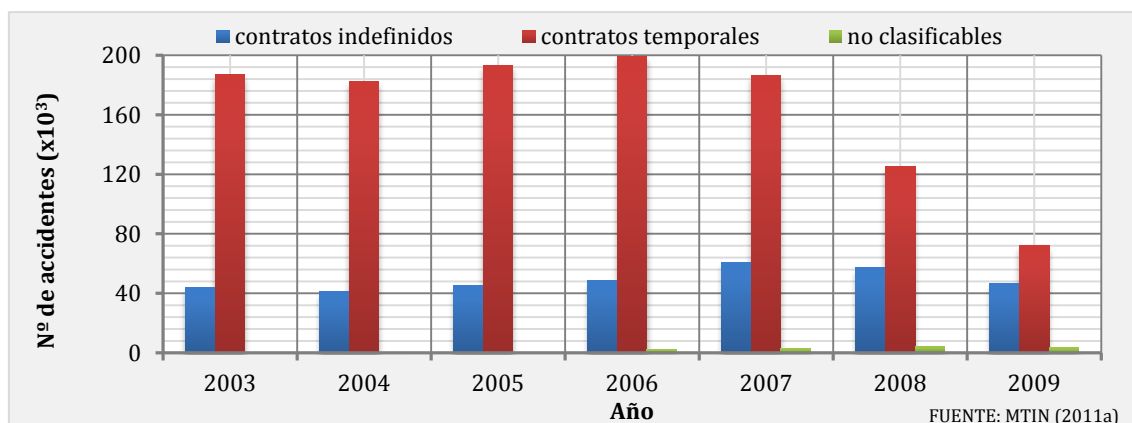


Figura 3.10 – Accidentes de trabajo según duración del contrato, 2003-2009.

En cuanto a la nacionalidad de la víctima del accidente, los extranjeros se accidentan cada vez menos considerando desde el año 2007, como muestra la figura 3.11, siguiendo la tendencia de reducción de la población ocupada, que desde este año viene disminuyendo.

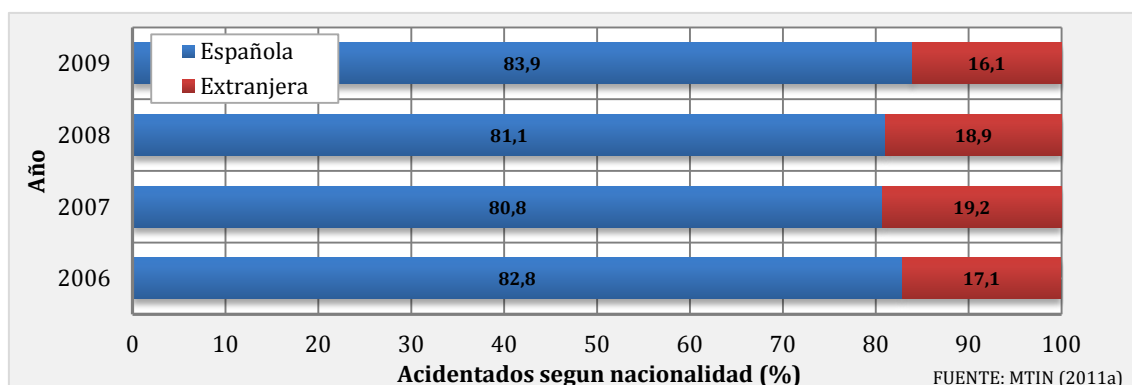


Figura 3.11 – Accidentes en España, según la nacionalidad, 2006-2009.

Sin embargo los de nacionalidad española se accidentan con mayor frecuencia. En el año 2006, por cada 10 personas ocupadas con nacionalidad española, una se accidenta, al tiempo que la relación para los extranjeros que es de un accidente por cada 13 personas, cómo se puede observar en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 – Relación entre el número de ocupados y de accidentes en España.

2006	Personas ocupadas (valor absoluto) (A)	Número de accidentes (valor absoluto) (B)	Relación A/B
Española*	1.972.100	207.339	10
Extranjera*	551.300	42.811	13

NOTA: *sin considerar los trabajadores de doble nacionalidad.
FUENTE: INE (2009) e INSHT (2008).

Los accidentes tienen mayor incidencia en las empresas con hasta 25 trabajadores, como muestran las gráficas de la figura 3.12. Estos datos indican que las empresas menores presentan menor eficiencia en controlar los riesgos de accidentes, y consecuentemente la materialización del daño.

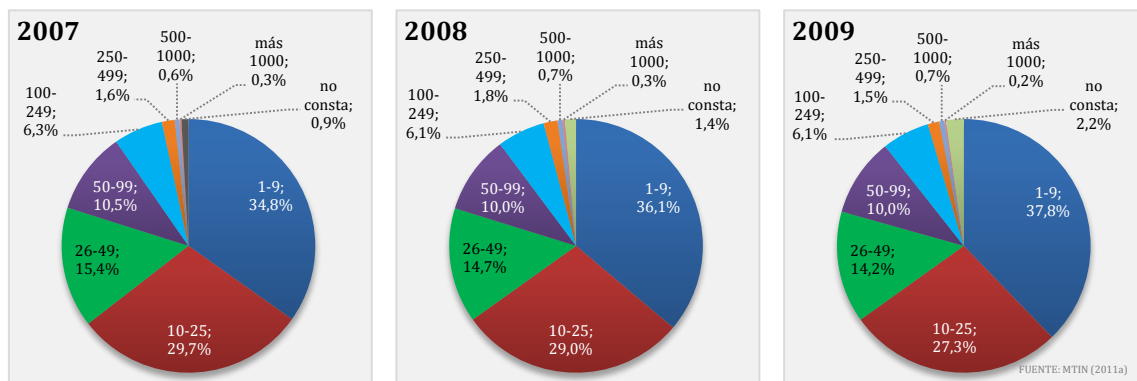


Figura 3.12 – Accidentes de trabajo según el tamaño de la empresa, 2007-2009.

Estos datos pueden ser relacionados con el tipo de servicio de prevención de las empresas. Las pequeñas empresas no presentan servicio propio de prevención, y como muestra la figura 3.13, representan alto índice de siniestralidad.

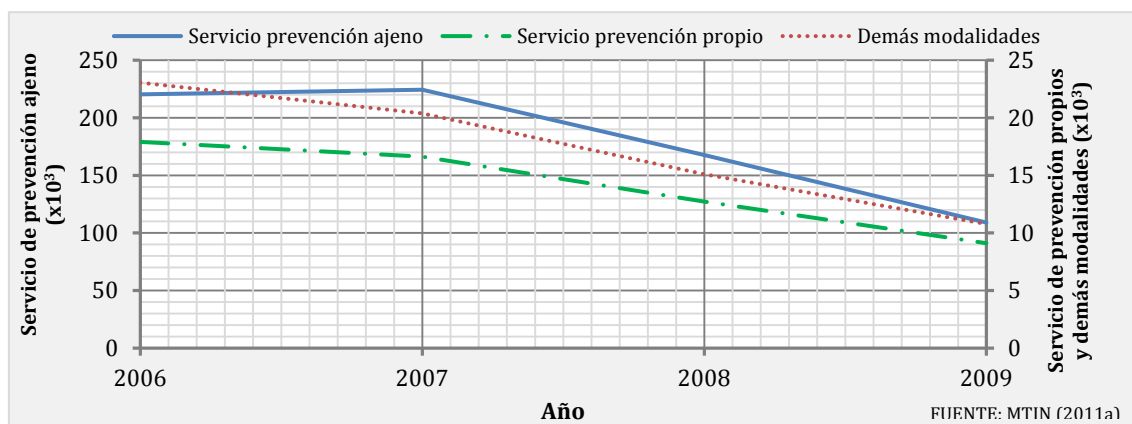


Figura 3.13 – Accidentes de trabajo según el servicio de prevención, 2006 – 2009.

Las empresas con servicio de prevención ajeno presentan mayor número de accidentes, siendo responsable del 85% de los accidentes en el año 2009. Las empresas con servicio de prevención propio presentan índice de accidentes laborales menor que las demás, como muestra la figura 3.13.

Con respecto a las formas o contacto que ocasionan las lesiones, la mayoría son debidas a sobreesfuerzo físico, trauma psíquico, radiaciones, ruido, luz o presión, seguidas de las lesiones ocasionadas por el aplastamiento contra objeto inmóvil, y el choque o golpe contra objeto en movimiento, como indica la tabla 3.3.

Tabla 3.3 – Accidentes según la forma que ocasionó la lesión, 2008-2009.

<i>Accidentes según la forma que ocasionó la lesión</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>
Sobreesfuerzo físico, trauma psíquico, radiaciones, ruido, luz o presión	34,6%	36,3%
Aplastamiento contra un objeto inmóvil	26,1%	25,4%
Choque o golpe contra un objeto en movimiento	16,9%	16,6%
Contacto con "agente material" cortante, punzante, duro	11,6%	10,9%
Contacto con corriente eléctrica, fuego, temperatura, sustancias peligrosas	3,3%	3,5%
Quedar atrapado, ser aplastado, sufrir una amputación	2,5%	2,6%
Otro contacto no incluido en los anteriores apartados	2,4%	2,0%
Accidentes de tráfico	1,4%	1,7%
Ahogamiento, quedar sepultado, quedar envuelto	0,5%	0,5%
Mordeduras, patadas, etc. (de personas o animales)	0,5%	0,5%
Infartos, derrames cerebrales y otras patologías no traumáticas	0,2%	0,1%

FUENTE: MTIN (2011a)

Se puede observar que las enfermedades laborales tuvieron mayor incidencia en el sector industrial (48%), seguido por el sector de servicios (40%), construcción (11%) y por último el sector agrario con 2% (figura 3.14).

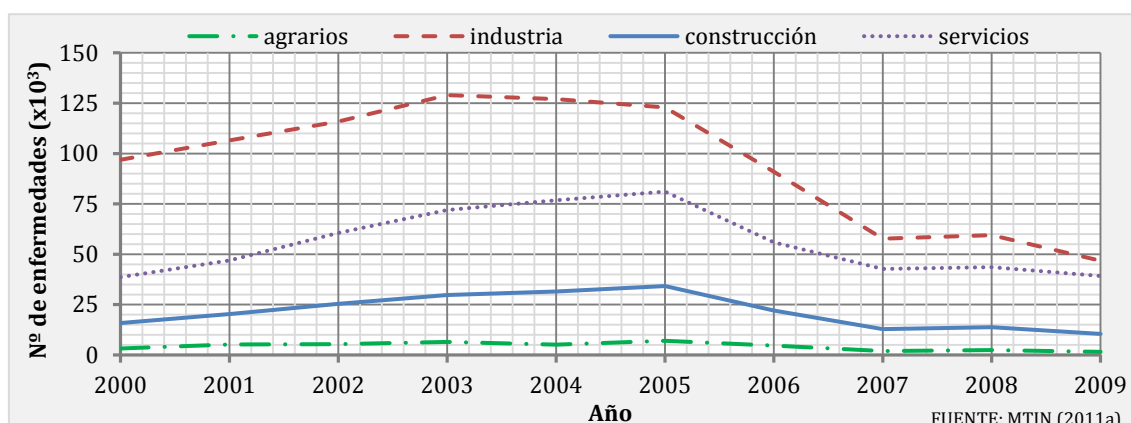


Figura 3.14 – Enfermedades con baja, según el sector económico, 2000 – 2009.

El sector industrial es el que más enfermedades genera, presentando relación de un enfermo para cada grupo de 593 personas ocupadas. En la construcción, esta relación es de un enfermo para cada 1.809 personas ocupadas, seguidas por el sector agrario, con un enfermo para cada 4.944 personas, y el sector de servicios, con un enfermo para cada 3.426 personas ocupadas.

Sobre las enfermedades, es aún escasa la información que pueden generar los indicadores. Ésta es un área de estudio que debe ser desarrollada, dado que las enfermedades, por sus complejas y peculiares características, no se presentan de forma evidente, especialmente las derivadas de los factores de riesgos psicosociales.

3.7. Conclusiones

Este capítulo presenta el estado del arte sobre los aspectos de la seguridad y salud laboral importantes para el entendimiento del trabajo que se desarrolla en esta tesis. De las consideraciones sobre el trabajo se constata que éste es importante para que el individuo pueda satisfacer sus necesidades para vivir y mantener la salud.

Siendo el trabajo responsable por garantizar el bienestar del individuo, éste debe disponer de un ambiente laboral que presente unas condiciones de trabajo adecuadas y de sobremanera, un ambiente seguro. La seguridad y salud laboral es un derecho constitucional en la mayoría de los países, al menos en los 183 países miembros de la Organización Internacional del Trabajo - OIT.

Se verifica que los conceptos y la legislación relativos a la seguridad y salud laboral están en constante evolución, una vez que la producción, o como se la desarrolla, está en proceso de constante innovación. La primera referencia acerca de la seguridad y salud laboral son del siglo IV a.C, cuando Hipócrates describía las enfermedades que acometían a los mineros.

En la actualidad, las iniciativas de centros de investigación, de representaciones sindicales, de gobiernos y de empresas favorecen esta evolución al relacionar determinadas patologías a la actividad laboral, fortaleciendo la conciencia preventiva de la sociedad. El modelo tripartito adoptado para la elaboración de la legislación en seguridad y salud favorece su cumplimiento, una vez que se involucran gobierno, empresas y trabajadores.

Conocida la importancia de la seguridad y salud laboral los sectores productivos que, en función de la naturaleza de su actividad, puedan presentar situaciones de riesgo deben adoptar sistemas eficientes en el control de estas situaciones, como es el caso de la construcción.

Debido a las características del sector de la construcción, la gestión de la seguridad laboral exige un sistema específico para cada obra, en función de la mano de obra y de los métodos constructivos empleados. En este sentido, es fundamental que la gestión de la seguridad laboral se adecúe al proyecto de la obra, a través de un proyecto de seguridad, integrándose en él.

Debido a los objetivos básicos de una empresa, de ofrecer un producto/servicio de calidad a menores costes y mayores beneficios, se ha desarrollado un ambiente competitivo entre entidades que ofrecen productos similares. En busca de sistemas para homogenizar la producción, entre otros objetivos, se han establecidas las certificaciones acreditadas.

Después de la puesta en práctica de sistemas para el control de la calidad y de los factores ambientales, se han demandado las certificaciones en seguridad y salud laboral.

No obstante, la principal razón por la que se considera que dichas certificaciones son un error se debe al factor humano existente en las relaciones laborales que, contrariamente a lo que se verifica para los factores técnico, administrativo o logístico en las organizaciones, no puede ser completamente controlado.

La certificación preconiza actividades coordinadas y controladas, aspecto que no se sistematiza en el componente humano, ya que es una variable independiente en el contexto laboral. La certificación puede proporcionar una sensación falsa de seguridad en cuanto a los riesgos en la obra, aun pudiendo ser utilizada de manera inadecuada por las empresas como una herramienta de marketing.

En definitiva, un certificado no garantiza la eficiencia y eficacia de un sistema de gestión en seguridad y salud, y en especial de la evaluación de riesgo adoptada por dicho sistema de gestión. Las auditorias tienen carácter puntual y el control de los riesgos es un trabajo constante.

Se ha constatado que la evaluación de riesgos laborales se muestra como la más importante herramienta para la prevención de accidentes laborales, tal como demuestra su eficiencia en la prevención de los accidentes industriales mayores.

Finalmente, este capítulo concluye con la presentación los indicadores de siniestralidad en España. Estos retratan el comportamiento de los sectores productivos. La evolución de los conceptos en SST y los datos de los accidentes favorecen la adecuación de las políticas públicas para la prevención de riesgos laborales.

4. MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

4.1. Introducción

Este capítulo presenta una revisión de literatura de los métodos para la evaluación de riesgos y una discusión sobre dichos métodos. A continuación se introduce el método propuesto por este trabajo, titulado Método para la Evaluación de Riesgos Laborales en Obras de Construcción de Grandes Viaductos – ERL-OC/PV.

El nuevo método está dividido en tres partes. Un protocolo para identificación *in situ* de los factores de riesgos es presentado en la primera parte. La segunda parte propone un sistema para el análisis de los datos verificados en obra. Y por último, un procedimiento para el control de los riesgos.

El método aporta los indicadores de caracterización de las condiciones de trabajo y establece una formulación para el cálculo del índice del nivel de seguridad de la obra, este último presentado en el capítulo 5.

4.2. Métodos existentes

La evaluación de riesgos es la primera acción para la promoción de la seguridad y salud laboral. Tiene como objetivo principal el control de los factores en la actividad laboral que puedan producir accidentes o enfermedades laborales. A continuación se describen trabajos existentes relacionados con la evaluación de riesgos.

a) Revisión de literatura

Debido a la importancia que la evaluación de riesgos tiene en la prevención de accidentes, órganos e instituciones colectivas están siempre buscando facilitar instrumentos de apoyo a la realización de seguimientos del ambiente laboral, como es el caso del *Online Interactive Risk Assessment* – OiRA, publicación de la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo – EU-OSHA (2011c).

Esta es una herramienta interactiva, destinada a micro y pequeñas empresas. Indica los factores de riesgos y sus posibles consecuencias, además del marco legal en el cual está regulado. Contribuye especialmente por ilustrar las situaciones cotidianas y por su fácil lenguaje. No obstante no es de aplicación a actividades industriales complejas como es la construcción.

Tratando el ámbito de la construcción, Cambraia *et al.* (2010) proponen directrices para la evaluación de los cuasi accidentes como herramienta de apoyo a los sistemas de gestión en SST en obras de construcción. La propuesta fue validada en una obra de edificación. El proceso de identificación de los cuasi accidentes contaba con la participación de los trabajadores, que los identificaban y comunicaban en reuniones diarias.

Esta es la principal ventaja de la propuesta, dado que, hechos como éstos no son fácilmente identificados si no son registrados por quien los presencia. No obstante, en lo que concierne a la evaluación de riesgos, la propuesta se limita a valorar los sucesos, no considerando posibles situaciones peligrosas.

Saurin *et al.* (2008) analiza un conjunto de situaciones en obras donde se aplicó el modelo *Safety Planning and Control* – SPC. El análisis se realizó con el enfoque del *Cognitive Systems Engineering* – CSE propuesto por Hollnagel y Woods (1999). El modelo de análisis presentado por los autores es transversal a los riesgos laborales en obras (hay casos donde se analiza el conjunto de riesgos de accidentes y psicosociales).

El análisis está dividido en categorías. Destaca la autonomía que tiene origen en el sistema de producción Toyota (Sugimori *et al.*, 1977). La autonomía versa sobre la interrupción de la producción en caso de fallos que resulten en piezas defectuosas. Transportando al caso de la seguridad laboral, se consideran los fallos en la ejecución que puedan terminar en accidentes. Debe destacarse que ésta es una condición necesaria y de máxima importancia en la PRL. La autonomía debe ser una de las atribuciones de los responsables de la seguridad en obra, aunque no exclusiva.

También están publicados métodos de evaluación de riesgos del tipo por actividad, como hace Jannadi (2008) que realiza un estudio en obras de excavación de zanjas, y Adam *et al.* (2009) que evaluaron los sistemas de montaje de losas.

El método estructurado por Jannadi (2008) adoptó los criterios establecidos por Ridley (1983) y Thompson (1995). El trabajo hace un listado de los riesgos de accidentes y explica la naturaleza de algunos casos y sus impactos a través de un sistema de identificación, análisis y evaluación.

También se discute la responsabilidad de los contratistas sobre el desempeño de la seguridad laboral. Entre las conclusiones del trabajo, se resalta la importancia de las empresas en aplicar medidas de seguridad completas, recomendando la inspección de obras para este fin.

Adam *et al.* (2009) realizaron un estudio sobre los riesgos de caída a distinto nivel y los sistemas para el montaje de encofrados de losas en obras de edificación. Fueron descritos cuatro sistemas de montaje e investigada la magnitud del riesgo de caída a distinto nivel, considerado el más importante riesgo de accidentes graves en obras de construcción (McCann, 2003; López *et al.*, 2008; Jørgensen, 2008; Ronk *et al.*, 2011; Pérez-Alonso *et al.*, 2012).

Los autores destacan la gravedad de los riesgos de caída originados en el montaje de encofrados de losas, y que los sistemas de montaje cuentan con puntos débiles que deben ser considerados antes de utilizarse en obra. El principal aporte del trabajo es la importancia de la evaluación de riesgos en la fase de proyectos que es cuando se puede identificar la conformidad entre proyecto y sistemas de ejecución, y sus posibles factores de riesgo. Para auxiliar este tipo de análisis, existen métodos de evaluación como el propuesto por Gangolells *et al.* (2010).

Existen también estudios que pueden servir de parámetros para la estructuración de métodos de evaluación de riesgos como es el caso del *Construction Job Safety Analysis - CJSA* (Rozenfeld *et al.*, 2010). El CJSA es un método de evaluación de riesgos probabilístico. Está estructurado en tres etapas, la identificación de los riesgos, la estimación de probabilidad y la previsión de la gravedad de las consecuencias. Cada una de las etapas obtiene los resultados por entrevistas a ingenieros y expertos en prevención de riesgos laborales.

La principal aportación del método CJSA, son los parámetros probabilísticos de la pérdidas de control relativos a un conjunto de actividades en obras de construcción de edificación.

b) Discusión

Otros trabajos de evaluación de riesgos pueden ser encontrados en la literatura, pero ninguno que facilite una metodología de análisis exhaustiva de las condiciones de trabajo que puedan resultar en graves accidentes, con vistas a la aplicación práctica, que integre los métodos constructivos y la legislación de Prevención de Riesgos Laborales – PRL.

Esta tesis introduce un nuevo método (Método para la evaluación de riesgos laborales en obras de construcción de viaductos y puentes – ERL-OC/PV), que además de las citadas características, posibilita el control de los factores de riesgos y consecuentemente la prevención de los daños. Y viene a contribuir al escaso conocimiento sobre modelos de análisis de riesgos, como bien mencionan Pinto *et al.* (2011).

En definitiva, el Método aporta:

- un protocolo para la identificación de los factores de riesgos;
- requisitos de evaluación que integran directrices técnicas y legales;
- una clasificación de los factores de riesgos según su gravedad;
- un plan de acción para el control de los factores de riesgos;
- un sistema de análisis de datos;
- indicadores para la caracterización y evaluación de las condiciones de trabajo;
- una formulación para el cálculo del Índice global de seguridad de la obra;
- la evaluación de riesgos macro;
- un modelo sistémico para la evaluación de riesgos laborales; y,
- una herramienta que permite a técnicos no específicamente versados en la construcción de viaductos la evaluación precisa de riesgos.

Entre las ventajas se puede afirmar que el Método es de fácil entendimiento y aplicabilidad, se adapta a las características de la obra y no supone un coste adicional para la empresa, como se verifica a continuación.

4.3. Método propuesto

Se propone el “Método para la evaluación de riesgos laborales en obras de construcción de viaductos y puentes – ERL”. Este método aporta una remodelación de la evaluación de riesgos de accidentes adoptada por el “sistema de gestión en seguridad y salud laboral” de Barkokébas Jr. (1997).

Dicho sistema de gestión consiste en un conjunto de procedimientos y directrices para el seguimiento de las actividades desarrolladas por una empresa constructora. Entre los procedimientos están desde los destinados a la documentación exigida legalmente sobre los contratos de los trabajadores, hasta los procedimientos de ejecución de la obra.

Este sistema adopta un método para la evaluación de riesgos que se realiza a través de la aplicación en obra de una lista de verificación. Esta lista de verificación fue desarrollada a partir de la legislación de PRL brasileña específica a las obras de edificaciones (Véras, 2004) y resulta en indicadores básicos de seguridad.

La evaluación de riesgos que se propone en este trabajo se diferencia de la anterior en:

- El protocolo para la evaluación de riesgos incorpora la legislación europea y española;
- El protocolo consta de requisitos técnicos de evaluación.
- El protocolo puede ser aplicado a cualquier obra civil, debido al carácter global de análisis de las situaciones de riesgos, y cubre la totalidad de posibles situaciones de riesgos en obras de puentes y viaductos.
- Se introduce la definición de evaluación de riesgo macro.
- Se ha desarrollado un sistema para el procesamiento de los datos.

- Se han incrementado los indicadores básicos.
- Se ha realizado una clasificación de los requisitos según su gravedad y tipo.
- Se ha desarrollado un sistema para el control según la exposición de los trabajadores a los riesgos.
- Se ha incrementado el indicador económico al marco legal español.
- Se ha desarrollado una formulación para la determinación del Índice global de seguridad de la obra, con base en tres factores: el índice básico, el coeficiente de error-gravedad y el coeficiente de parcialidad, habiendo sido comprobado el comportamiento del Índice en 180.000 combinaciones posibles entre los tres parámetros de entrada.
- Se ha establecido un rango para la clasificación del estado de seguridad de las obras con base en el estudio de las condiciones de seguridad de 586 casos reales.
- Propone un modelo sistémico para la evaluación de riesgos laborales.

El nuevo Método ERL consiste en un sistema para el análisis del ambiente laboral obteniéndose en una serie de resultados que indican, de manera estructurada, su nivel de seguridad frente a los riesgos de accidentes laborales.

El método está diseñado en tres bloques. El primero es un protocolo de requisitos del objeto de análisis, "Protocolo para obras de construcción de puentes y viaductos – OC/PV", el segundo es el "Sistema de análisis de datos para evaluación de riesgos laborales – ERL" y el tercero es el "Procedimiento de control de riesgos – NC" (figura 4.1).



Figura 4.1 – Diseño del método

El protocolo está compuesto por una lista de verificación con preguntas que traducen la legislación de PRL al lenguaje técnico, y establece unos criterios para la adecuada ejecución de las actividades. Las preguntas, denominadas requisitos, son elaboradas de acuerdo con el sector de aplicación, en este caso, el sector de la construcción, en obras de construcción, en la ejecución de grandes viaductos y puentes de hormigón (OC/PV). El protocolo da origen al procedimiento de control de riesgos NC (no conformidad) para el control de los riesgos identificados en obra.

El Sistema ERL es un conjunto de procedimientos para el tratamiento de datos de la evaluación de riesgos laborales propuesto en el Método ERL. Presenta una estructura de evaluación que indica la legislación de prevención de accidentes y su grado de cumplimiento, los factores de riesgo a que están expuestos los trabajadores y su gravedad.

También indica cuántos son los trabajadores en situación de riesgo y cuáles son ellos, las infracciones y sanciones a que la empresa está expuesta, y las responsabilidades administrativas, civiles y penales, a que están expuestas empresas, empresarios y técnicos. En resumen, sirve para el tratamiento de resultados derivados del protocolo.

4.3.1. Protocolo OC/PV

El control de las condiciones de trabajo puede resultar complejo en obras de construcción debido a las especificidades de esta industria. Asimismo la observancia de la legislación de PRL - puede resultar difícil, por su distribución en diversos documentos y sus constantes modificaciones.

En este sentido se estructuró el Protocolo OC/PV que reúne un conjunto de directrices que traducen el lenguaje legal al lenguaje técnico originado del análisis de 44 normativas. En definitiva, es una herramienta que permite la evaluación y el control sistemático de los riesgos de accidentes durante la ejecución de obras.

El protocolo es el elemento central del proceso de evaluación de riesgos. Él determina el grado de exigencia que se demandará del objeto de evaluación. La redacción de los requisitos marca las condiciones seguras de trabajo según lo establecido en la legislación de PRL y en los conceptos de la ingeniería de seguridad y salud laboral.

Consiste en una lista de verificación que posee un procedimiento a seguir para su aplicación. Es la parte del Método ERL que se envía para aplicación *in situ*. Indica de manera estructurada los fallos del proceso constructivo en la fase de ejecución de obras, a partir de los cuáles se pueden determinar las adecuadas medidas de control (Véras, *et al.*, 2011). La figura 4.2 presenta un extracto del protocolo OC/PV. La versión completa puede encontrarse en los Apéndices A y B, siendo este último la traducción al portugués.

A la vez, la utilización del Protocolo OC/PV satisface las normativas que establecen que las empresas deben realizar evaluación de riesgos del ambiente laboral. El protocolo también permite la evaluación del Plan de seguridad de la obra, determinando si se está siguiendo, si el plan cubre todos los riesgos, y cómo debería modificarse.

Como ya se ha comentado, la evaluación de riesgos se divide según el factor de riesgo a ser controlado. Son factores de riesgo los ambientales (físico, químico y biológico) y de seguridad (de accidentes, organización, ergonómicos y psicosociales). Al contrario de los factores ambientales, los de accidentes no tienen establecidos métodos de evaluación y normativas específicas para su investigación.

El Protocolo OC/PV está estructurado en: numeración, requisitos, calificación, número de trabajadores y equipos de trabajo. Posee 125 requisitos distribuidos en 15 grupos en los que se dividieron las actividades de la obra. La estructuración de los requisitos se hizo en dos bloques. En el primer bloque (A) se redactaron los requisitos a partir de la legislación de PRL, es decir, desde lo que establecían las normativas. Se ha considerado un conjunto de tres normativas: las Directivas europeas; las normativas que transponen dichas directivas a la legislación española; y la legislación brasileña.

Se estudió el conjunto de las tres normativas para identificar los puntos análogos y por consiguiente, redactar un único requisito que los representara. Mediante este proceso fueron elaborados 61 requisitos del total de 125 que componen el protocolo OC/PV. En muchos de los requisitos, se hizo necesario consultar documentos derivados de las normativas marco, implicando un conjunto adicional de normativas como referencia.

N	REQUISITOS	CALIFICACIÓN				Trab.	
		NA	CO	DES	GIR	NT	E _i
1	GESTIÓN						
1.1	¿Ha sido elaborado y aprobado por la dirección de la obra un plan de seguridad y salud en el trabajo?						
1.2	¿Presenta la constructora servicio de prevención propio y está sometido a auditoría externa?						
1.3	¿Está constituido el comité de seguridad y salud con la representación de los trabajadores a través de los delegados de prevención?						
1.4	¿Son todas las operaciones realizadas sobre la dirección de técnico responsable, en especial las que se ejecutan en el periodo nocturno?						
1.5	¿Presenta la obra todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes y realiza evaluación de los riesgos de accidentes?						

Figura 4.2 – Extracto del protocolo OC/PV.

Por otro lado, el bloque B del protocolo se redactó en base a referencias técnicas sobre seguridad y salud laboral en obras (ACHE, 2011; CNC 2007) con el fin de superar la ausencia de importantes cuestiones técnicas en las normativas. En esta etapa de trabajo se realizó un exhaustivo análisis de los requisitos. Este bloque posee los 64 requisitos restantes del protocolo.

En este sentido, se puede afirmar que el Protocolo OC/PV es a la vez generalista y específico. Generalista por considerar conceptos de la ingeniería de seguridad laboral largamente establecidos en las normativas, ya que se aplican a todos los segmentos productivos. Consecuentemente, hay requisitos del protocolo que igualmente se pueden aplicar, no solo a otras obras, sino también a otros segmentos de la actividad económica. Y específico por profundizar en cuestiones técnicas específicas a la ejecución de obras de puentes y viaductos de hormigón.

Cabe resaltar que aunque el método que se propone es aplicable a cualquier tipo de obra, debe desarrollarse un protocolo específico para cada caso. En el caso del Protocolo OC/PV se ha direccionado a la construcción de puentes y viaductos por ser obras singulares y con importantes riesgos de accidentes.

Hasta este punto, los requisitos del bloque B no tenían referencia legal como parámetro de partida, sino referencias técnicas. Por ello se buscó en las normativas los términos legales que, aunque no explícitamente, aportan legalmente las referencias técnicas. Siendo así, se puede decir que la actual legislación de PRL no es específica a los tipos de obras (puentes y viaductos, túneles, presas e hidroeléctricas, líneas de transmisión, edificaciones,

carreteras, montajes industriales), y no debe serlo, sino que tiene que abarcar todos los elementos que componen las actividades laborales en las obras.

Algunos Capítulos de las normativas son específicos al tipo de obras o al método constructivo, pero la mayoría es común a las obras, como son: la gestión y organización de obras, las instalaciones al servicio del personal, las instalaciones eléctricas, las protecciones contra caídas de materiales y personas, las maquinarias y herramientas, los EPI, y otras.

El Protocolo OC/PV está dividido, como ya se ha mencionado, en dos bloques, y cuenta 15 grupos de actividades donde se distribuyen los 125 requisitos, y tiene la siguiente estructura:

A. Requisitos básicos de evaluación

1. Gestión
2. Organización de la obra y condiciones de trabajo
3. Protecciones contra caídas de materiales y personas
4. Maquinaria y herramientas
 - a. Maquinaria y herramientas en general
 - b. Maquinaria de trabajo en altura
5. Andamios
6. Instalaciones eléctricas y soldaduras
7. Equipos de Protección Individual - EPI
8. Estructuras

B. Requisitos específicos según actividades y métodos constructivos

9. Excavaciones y cimentaciones
10. Cimbrado y descimbrado
 - a. Montaje y desmonte de cimbras
 - b. Cimbras: convencional y porticada
11. Encofrado y desencofrado
12. Ferrallado y hormigonado
13. Tesado de la armadura activa
14. Elementos prefabricados
15. Elementos y operaciones especiales

Como se observa, la lista de temas que deben ser abordados en la PRL es extensa. Por otro lado, es sabido que el sector productivo demanda la producción de conocimiento, con el desarrollo de productos y procesos que sean lo más eficaces y eficientes. Eficaces una vez que logren los objetivos planteados, y eficientes respecto a que el tiempo sea el mínimo en alcanzar dichos objetivos.

Por todo ello, se establecieron algunos límites para el análisis en obra. El primero restringe el Protocolo OC/PV a evaluar únicamente las condiciones de trabajo que puedan resultar en accidentes graves o muy graves, es decir, está dirigido a tratar las situaciones que demandan mayor atención en las obras.

Además excluye todos los criterios que no se destinan a la ejecución de obras de puentes y viaductos de hormigón. El resultado es un protocolo específico a las actividades, tareas y medios requeridos a la ejecución de este tipo de obra. No obstante, cabe destacar que el protocolo es extensible a cualquier obra, necesitando para ello la adaptación de los criterios de evaluación específicos.

A continuación se explica en detalle la estructuración del protocolo y las referencias normativas, por su relación directa con la elaboración de los requisitos.

4.3.1.1. Normativas

Se adoptó un conjunto de tres normativas para la elaboración del protocolo OC/PV: las Directivas europeas; las normativas que transponen dichas directivas al derecho español; y, la legislación brasileña. Fueron identificados los puntos análogos entre una selección de 44 normativas de cada uno de estos marcos jurídicos: 8 directivas europeas; 16 normativas españolas; y, 20 normativas brasileñas.

Las directivas comunitarias son jurídicamente vinculantes y deben transponerse al Derecho interno de cada Estado miembro. Las directivas en materia de seguridad y salud tienen base en el artículo 153 del Tratado de funcionamiento de la Unión Europea, cuando se han adoptado medidas comunitarias en este ámbito. Las directivas del tema establecen requisitos mínimos y los principios fundamentales que deben ser adoptados por los Estados miembros (EU-OSHA, 2011a).

La directiva marco, con amplio ámbito de aplicación, es decir, que se aplica a toda organización laboral, es la 89/391/CEE de 12 de junio de 1989, relativa a la “aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo” (UE, 2011a).

Adicionalmente el sector de la construcción, debe adoptar la directiva 92/57/CEE de 24 de junio de 1992, que regula las cuestiones específicas del sector, y se titula “disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles” (UE, 2011b).

Como se ha mencionado anteriormente, éstas y las demás directivas establecen unos requisitos mínimos y principios fundamentales que deben ser adoptados, o acentuar las medidas ya establecidas por el derecho del Estado. A modo de ejemplo la Ley 31/1995 transpone al derecho español la Directiva 89/391/CEE, y otras tres Directivas (92/85/CEE, 94/33/CEE y 91/383/CEE), además de ratificar el Convenio número 155 de la OIT y actualizar los preceptos anteriormente adoptados en el país.

Fueron consultadas las siguientes Directivas en el Protocolo OC/PV:

1. 89/391/CEE: Directiva del Consejo de 12 de junio de 1989 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo, 89/391/CEE, (UE, 2011a).
2. 92/57/CEE: Directiva del Consejo de 24 de junio de 1992 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles (octava Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE), (UE, 2011b)

3. 89/655/CEE: Directiva del Consejo de 30 de noviembre de 1989 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (UE, 2011f).
4. 95/63/CE: Directiva del Consejo de 5 de diciembre de 1995, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE), (UE, 2011g).
5. 2009/104/CE: Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE) (Texto pertinente a efectos del EEE), (UE, 2011h).
6. 89/656/CEE: Directiva del Consejo de 30 de noviembre de 1989 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual (tercera Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE), (UE, 2011i).
7. 2003/10/CE: Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido), (UE, 2011j).
8. 98/24/CE: Directiva del Consejo de 7 de abril de 1998 relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (decimocuarta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE), (UE, 2011k).

En España, consta en su Constitución velar por la seguridad e higiene en el trabajo, lo que conllevó la necesidad de desarrollar una política de protección de la salud de los trabajadores, que encuentra su fundamento en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (España, 2011a).

Esta ley además de los preceptos nacionales, como se ha dicho anteriormente, transpone al Derecho español cuatro Directivas comunitarias (89/391/CEE, 92/85/CEE, 94/33/CEE y 91/383/CEE) y un convenio de la OIT n. 155 (España, 2011d).

El ordenamiento jurídico español contempla distinto rango de normas y recomendaciones que van desde la Constitución hasta las Guías Técnicas de Seguridad y Salud. El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (España, 2011c).

Transpone al Derecho español la Directiva 92/57/CEE. El RD 1627/1997 establece además la publicación de su Guía Técnica. Esta Guía proporciona información práctica para el cumplimiento del citado RD.

Fueron consultadas las siguientes normativas españolas para la elaboración del Protocolo OC/PV:

1. Ley 31/1995: Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales - LPRL (España, 2011a).
2. RD 1627/1997: Real Decreto 1627/1997, DE 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. (España, 2012c).
3. GT RD 1627/1997: Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción establecida por el Real Decreto 1627/1997 (España, 2012a).
4. RD 1215/1997: Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (España, 2012b).
5. GT 1215/1997: Guía Técnica establecida por el Real Decreto 1215/1997, (España, 2012c).
6. Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura (España, 2012d).
7. RD 614/2001: Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (España, 2012e).
8. ITC-BT-33: Instalaciones con fines especiales instalaciones provisionales y temporales de obras, ITC-BT-33, Ministerio de Ciencia y Tecnología (España, 2012f).
9. ITC-BT-24: Instalaciones interiores o receptoras protección contra los contactos directos e indirectos, ITC-BT-24, Ministerio de Ciencia y Tecnología (España, 2012g).
10. ITC-BR-08: Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica, ITC-BT-08 Ministerio de Ciencia y Tecnología (España, 2012h).
11. RD 773/1997: Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (España, 2012i).
12. RD 604/2006: Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el 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 (España, 2012j).
13. RD 39/1997 - Aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (España, 2012k)
14. RDL 5/2000: Real decreto legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social (España, 2012l).
15. Ley 10/1995 – Código Penal: Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal (España, 2012m).

16. Ley 54/2003: Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (España, 2012n).

La legislación de PRL presenta constante evolución a lo largo de los tiempos, y en varios rangos jerárquicos. En Brasil, tal como en España, la Constitución declara que los trabajadores urbanos y rurales tienen derecho a la reducción de los riesgos laborales. La Ley nº 6.514, de 22 de diciembre de 1977 (Brasil, 2011a), en su Capítulo V, presenta los pilares fundamentales en términos de seguridad y salud.

Con fundamentación legal en esta Ley, se establecen en Brasil las normas reguladoras (*"Normas Reguladoras - NR"*). Las NR son elaboradas a través del sistema tripartito, es decir, el texto de las normas reguladoras es redactado por un grupo de trabajo tripartito constituido por el gobierno, representaciones empresariales y sindicales. También se elaboran según esta metodología, las normativas de adecuación de las NR a especificidades regionales a través de los Comités Permanentes Regionales (*Comité Permanente Regional - CPR*).

El marco jurídico principal para el sector de la construcción es la NR-18 (Brasil, 2011b), que establece cuales son las "condiciones y medio ambiente de trabajo en la industria de la construcción" mínimas que deben cumplir las empresas. Fueron consultadas las siguientes normativas brasileñas para la elaboración del Protocolo OC/PV:

1. Ley 6.514/1977: Ley nº 6.514, de 22 de diciembre de 1977, modifica el Capítulo V de la Consolidación de leyes laborales (*"Consolidação das Leis do Trabalho - CLT"*) (Brasil, 2011a).
2. NR 18: Norma Reguladora nº 18 – Condiciones y medio ambiente de trabajo en la industria de la construcción (*"Norma Reguladora nº 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção"*). Actualizada por la Ordenanza SIT n. 296, de 16 de diciembre de 2001 y reglamentada por la GM nº3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2011b).
3. CPR/PE: Comité Permanente Regional de Pernambuco – resolución sobre la utilización del DR, (*"Comité Permanente Regional de Pernambuco – CPR, resolução sobre a utilização do DR"*) (Brasil, 2012e).
4. NR 1: Norma Reguladora nº 1 – Disposiciones generales (*"NR – 1: Disposições Gerais"*). Actualizada por la SIT nº 84, de 04 de marzo de 2009 y reglamentada por la GM nº 3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
5. NR 4: Norma Reguladora nº 4 – Servicios de prevención propio (*"NR – 4: Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho – SESMT"*). Actualizada por la SIT nº 128, de 11 de diciembre de 2009 (Brasil, 2012d).
6. NR 5: Norma Reguladora nº 5 – Comisión de prevención de accidentes de la empresa (*"NR – 5: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA"*). Actualizada por la SIT n. 247, de 12 de julio de 2011 (Brasil, 2012h).
7. NR 9: Norma Reguladora nº 9 – Plan de prevención de riesgos ambientales (*"Norma Reguladora nº 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPR"*). Actualizada por la SSST n.º 25, de 29 de diciembre de 1994 (Brasil, 2012d).
8. NR 10: Norma Reguladora nº 10 – Seguridad en instalaciones y servicios con electricidad (*"NR – 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade"*). Actualizada por la GM nº 598, de 07 de diciembre de 2004 (Brasil, 2012d).

9. NR 12: Norma Reguladora nº 12 – Seguridad en maquinarias y herramientas (“*NR – 12: Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos*”). Actualizada por la Ordenanza SIT nº 293, de 08 de diciembre de 2011 y reglamentada por la GM nº3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
10. NR 17: Norma Reguladora nº 17 – Ergonomía (“*NR – 17: Ergonomia*”). Actualizada por la Ordenanza SIT nº 13, de 21 de junio de 2007 y reglamentada por la GM nº3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
11. NR 23: Norma Reguladora nº 23 – Lucha contra incendios (“*NR – 23: Proteção contra incêndios*”). Actualizada por la Ordenanza SIT nº 221, de 06 de mayo de 2011 y reglamentada por la GM nº3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
12. NR 28: Norma Reguladora nº 28 – Inspección y sanciones (“*NR – 28: Fiscalização e penalidades*”). Actualizada por la Ordenanza SIT nº 298, de 11 de enero de 2012 y reglamentada por la GM nº3.214, de 08 de junio de 1978 (Brasil, 2012d).
13. RTP 01: Protecciones de caídas a distinto nivel, (“*Recomendações Técnicas de Procedimentos nº 01 – Medidas de Proteção contra Quedas de Altura*”) (Brasil, 2012f).
14. RTP 03: Excavaciones, cimentaciones y trabajos en rocas, (*Recomendações Técnicas de Procedimentos nº 03 – “Escavações, Fundações e Desmonte de Rochas*”) (Brasil, 2012g).
15. RTP 04: Escaleras, rampas y pasarelas, (“*Recomendações Técnicas de Procedimentos nº 01 – Escadas, Rampas e Passarelas*”) (Brasil, 2012h).
16. RTP 05: Instalaciones eléctricas en obra, (“*Recomendações Técnicas de Procedimentos nº 01 – Instalações Elétricas Temporárias em Canteiros de Obras*”) (Brasil, 2012i).
17. NBR 6118:2003 – Proyecto de estructuras de hormigón – procedimiento, (“*Norma Brasileira nº 6118:2003 – Projeto de estruturas de concreto – procedimento*”) (ABNT, 2003).
18. NBR 14931:2004 – Ejecución de estructuras de hormigón – procedimiento, (“*Norma Brasileira nº 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – procedimento*”) (ABNT, 2004).
19. NBR 9061:1985 – Seguridad de excavaciones al aire libre, (“*Norma Brasileira nº 9061:1985 – Segurança de escavação a céu aberto*”) (ABNT, 1985).
20. Ley 7.209/1984 – Código Penal: Ley nº 7.209, de 11 de julio de 1984. Actualizada por el Decreto-Ley n. 2.848, de 7 de diciembre de 1940 – Código Penal, y da otras providencias, (“*Código Penal - Lei nº 7.209, de 11 de julho de 1984.*”) (Brasil, 2012j).

Como se ha mencionado anteriormente, cada requisito está referenciado en un conjunto de normativas. Para la identificación de estas normativas en el Sistema ERL, se ha establecido una nomenclatura que permite ubicar, en el conjunto de legislación de PRL, el origen del requisito.

El requisito 8.1 (figura 4.3a), por ejemplo, tiene como referencia las seis normativas que se destacan en la tabla 4.1, dónde se indica la referencia legal y la abreviación adoptada en el Sistema ERL (figura 4.3b), vinculando así el requisito a las normativas. En el Apéndice C se puede verificar la referencia legal de los 125 requisitos del protocolo.

Tabla 4.1 – Descripción de las abreviaciones del requisito 8.1.

Referencia Normativas	Abreviación
Directiva de la Unión Europea 92/57/CEE, en su Anexo IV, Parte B, Sección II, ítem 12.1	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.12.1
Real Decreto español 1627/1997, en su Anexo IV, Parte C, ítem 11, alinea “a”	ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.11.a
Real Decreto Legislativo español 5/2000, en su artículo 13, ítem 7	ES: RDL5/2000-Art.13.7
Ley brasileña 6.514/1997, en su artículo 200, ítem I	BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I
Norma reguladora brasileña n. 18, en sus ítems 18.9.3 y 18.36.4 alinea “d”	BR: NR18.9.3; 18.36.4.d
Norma técnica brasileña n. 14931:2004, en su ítem 8.2.1	BR: NBR14931-8.2.1

Protocolo para evaluación de riesgos en obras de grandes viaductos

8 ESTRUCTURAS	NA	CO	DES	GIR	NT	E _i
8.1 ¿Se están construyendo, montando y desmontando bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente las estructuras de hormigón, metálicas, y las piezas prefabricadas y los elementos temporales (incluyendo encofrados, soportes temporales, apuntalamientos, pretensado y otros elementos estructurales auxiliares)?						
8.2 ¿Disponen las actividades de construcción, montaje y desmontaje de las estructuras [estructuras de hormigón, metálicas, y las piezas prefabricadas y los elementos temporales (incluyendo encofrados, soportes temporales, apuntalamientos, pretensado y otros elementos estructurales auxiliares)] de un procedimiento de trabajo, en el que conste...						
8.3 ¿Están sometidos los apuntalamientos...						
8.4 ¿Se han adoptado las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los riesgos derivados de la rotura o inestabilidad temporal de un elemento en construcción?						

Referencia Normativas Estructuras

UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.12.1 | ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.11.a | ES: RDL5/2000-Art.13.7 | BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I | BR: NR18.9.3; 18.36.4.d | BR: NBR14931-8.2.1

¿Se están **construyendo, montando y desmontando** bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente las **estructuras de hormigón, metálicas, y las piezas prefabricadas y los elementos temporales** (incluyendo encofrados, soportes temporales, apuntalamientos, pretensado y otros elementos estructurales auxiliares)?

(a)

Figura 4.3 – Requisito 8.1 destacando las referencias normativas en el sistema.

Esta configuración ha sido adoptada para las referencias de los 125 requisitos del Protocolo OC/PV. En total han sido estudiados los puntos análogos de 44 documentos. Siendo así, el cumplimiento, o en su caso, el incumplimiento de los requisitos indica las normativas no satisfechas en obra.

4.3.1.2. Requisitos

Los requisitos son las traducciones al lenguaje técnico de obra de las normativas estudiadas. La legislación de PRL es extensa, y aquí se presenta la totalidad de las situaciones, que si no son controladas, pueden llevar a accidentes graves en las obras. Se excluyen los requisitos considerados como infracciones leves y los que no están directamente relacionados con el riesgo de accidentes.

Como se ha dicho anteriormente, los requisitos del bloque A fueron elaborados a partir del texto legal. Y los requisitos del bloque B fueron elaborados desde importantes lagunas observadas en el texto legal que deberían ser observadas en obra.

Estos requisitos fueron referenciados legalmente, con base en aquellos artículos en que pueden encuadrarse. Un ejemplo es el requisito 10.1 del bloque B, grupo “Cimbrado y descimbrado” que se muestra en la figura 4.4.

10 CIMBRADO Y DESCIMBRADO		NA	CO	DES	GIR	NT	E _n
a.	Montaje y desmontaje de cimbras						
10.1	¿Existe proyecto con planos de montaje y procedimiento que incluya las instrucciones de seguridad para el montaje y desmontaje de la cimbra?						
10.2	¿Se realiza el montaje de la cimbra de acuerdo con el proyecto, plano de montaje o procedimiento, con la colocación correcta de los elementos?						
10.3	¿Se hace el montaje en terreno compactado y nivelado?						
10.4	¿Está libre el área de trabajo de la presencia de trabajadores ajenos a la actividad del montaje o desmontaje de la cimbra?						
10.5	¿Cuándo es necesario realizar cambios en la estructura de la cimbra se hace obedeciendo a nuevos cálculos del técnico especialista y al nuevo proyecto, plano de montaje o procedimiento?						

Referencia Normativas	Cimbrado y descimbrado
UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.b ES:RDLS/2000-Art.12.6 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7 BR: NBR6118-5.2.3.3 BR: NBR14931-7.1	¿Existe proyecto con planos de montaje y procedimiento que incluya las instrucciones de seguridad para el montaje y desmontaje de la cimbra?

Método para Evaluación de Riesgos Laborales en Obras de Construcción de Grandes Viaductos, JCVéras (2012).

Figura 4.4 – Requisito 10.1 destacando las referencias normativas en el sistema.

En este requisito se ha referenciado las siguientes normativas legales:

- UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.12.1: Las armaduras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, los elementos prefabricados o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo la vigilancia de una persona competente.

- ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.11.a: Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.
- ES: RDL5/2000-Art.13.7: No adoptar, los empresarios y los trabajadores por cuenta propia que desarrollen actividades en un mismo centro de trabajo, las medidas de cooperación y coordinación necesarias para la protección y prevención de riesgos laborales, cuando se trate de actividades reglamentariamente consideradas como peligrosas o con riesgos especiales.
- BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I: *“Cabe ao Ministério do Trabalho estabelecer disposições complementares às normas de que trata este Capítulo, tendo em vista as peculiaridades de cada atividade ou setor de trabalho, especialmente sobre:*
 - I - medidas de prevenção de acidentes e os equipamentos de proteção individual em obras de construção, demolição ou reparos.”*
- BR: NR18.9.3: *“Os suportes e escoras de fôrmas devem ser inspecionados antes e durante a concretagem por trabalhador qualificado.”*
- BR: NR18.36.4.d: *“Quanto a estruturas de concreto: durante os trabalhos de lançamento e vibração de concreto, o escoramento e a resistência das fôrmas devem ser inspecionados por profissionais qualificados.”*
- BR: NBR14931-8.2.1: *“Todo o trabalho deve ser orientado e acompanhado por pessoal especializado”.*

Aunque el RDL 5/2000 no verse directamente sobre “control y dirección de una persona competente”, es ésta la referencia legal sobre la infracción y la sanción por el no cumplimiento de este requisito. Se presenta aquí, para que el usuario del Método ERL tenga el conocimiento, también, de esta información. Lo mismo se explica para el caso de la Ley brasileña n. 6.514/1977.

Esta ley fundamenta la ordenanza que publicó las normas reguladoras, en este caso, la NR 18. Es decir, el incumplimiento de la norma reguladora tiene fundamento legal en la citada ley. Una importante característica del protocolo, es que, al depender de las características de la obra y/o de su ordenamiento jurídico, se puede adicionar o adaptar los requisitos a las necesidades de su usuario.

El usuario del método debe tener conocimiento de la legislación de PRL para que las respuestas a los requisitos sean adecuadas. A modo de ejemplo se comenta el requisito 1.1 que dice:

¿Ha sido elaborado y aprobado por la dirección de la obra un plan de seguridad y salud en el trabajo, y está actualizado y de acuerdo con las operaciones realizadas en obra?

La respuesta a este requisito supone el análisis de los siguientes puntos:

1. Si el plan de seguridad y salud fue elaborado;
2. Si el plan de seguridad y salud fue aprobado por la dirección de la obra;
3. Si el plan de seguridad y salud está actualizado;
4. Si el plan de seguridad y salud está de acuerdo con las operaciones realizadas en obra.

El análisis sobre la elaboración del plan de seguridad y salud debe verificar si éste está de acuerdo con las especificaciones que le corresponde como, si están ordenadas las actividades de identificación y evaluación de los riesgos; y, si está establecida la planificación de las actividades de prevención que serán desarrolladas a lo largo de la obra.

También debe constar de memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares, con las medidas técnicas necesarias para eliminar los riesgos, y con las medidas preventivas y protecciones para controlar los riesgos que no puedan eliminarse; y, si están los planos con gráficos y esquemas necesarios para la definición y comprensión de las medidas preventivas. (UE, 2011b; España, 2011c, 2012l,n; Brasil, 2011a,b).

Finalmente, el evaluador, debe verificar si el plan de seguridad y salud está aprobado por la dirección de la obra; y si está actualizado en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra (UE, 2011b; España, 2011c, 2012l,n; Brasil, 2011a,b).

El tipo de evaluación requerido para el análisis del plan de seguridad y salud exige un estudio de éste y del proceso de ejecución de la obra, verificando si las actividades y operaciones son compatibles y están integradas, con el objetivo de identificar posibles fallos o lagunas en los procedimientos de operaciones con grandes cargas y utilización de elementos auxiliares especiales, que puedan representar importantes faltas.

El método que se propone en este trabajo, aporta también, una sistemática de evaluación de riesgos a través del análisis macro, como se comenta a continuación.

4.3.1.3. Evaluación de riesgos macro

Se introduce en este trabajo un nuevo enfoque para el control de las condiciones de trabajo en la construcción de grandes puentes y viaductos a través de la *evaluación de riesgos macro*.

Como es sabido, la construcción de grandes puentes y viaductos implica la ejecución de complejos procedimientos constructivos, en general, operaciones con grandes cargas y, según su método constructivo, elementos auxiliares especiales (cimbras autolanzables, carros de avance, encofrados deslizantes, y otros).

Estas operaciones requieren procedimientos específicos para la correcta utilización y funcionamiento de las maquinarias y de los elementos especiales. El Método ERL facilita una sistemática para el análisis de los procedimientos y su cumplimiento a través de una secuencia de etapas que identifica, evalúa y controla los factores de riesgo.

La verificación de la conformidad de los procedimientos y su correcta ejecución se denomina *evaluación macro de riesgos*. Su concepto está formado por las siguientes definiciones.

- Se considera *riesgo macro* la probabilidad de ocurrencia de *incidentes o accidentes de grandes proporciones*, los cuales tienen como consecuencias, especialmente, importantes lesiones o la mortalidad de los trabajadores, o significativas pérdidas económicas.

- Los *incidentes o accidentes de grandes proporciones*, son los sucesos no previstos, que interrumpen el seguimiento normal de las actividades, derivados de la ejecución de complejos procedimientos constructivos.

Luego, la *evaluación macro de riesgos* es aquella que analiza los factores que pueden llevar a *incidentes o accidentes de grandes proporciones*.

En este sentido el Método ERL no se limita a la evaluación localizada, que considera separadamente los elementos que constituyen la obra, como los equipos de protección colectiva e individual, o la realización aislada de una actividad, sino permite realizar una evaluación global del proceso constructivo.

Este tipo de evaluación se ve reflejada en la acción del evaluador al analizar, por ejemplo, el requisito 10.1 que dice:

¿Existe proyecto con planos de montaje y procedimiento que incluya las instrucciones de seguridad para el montaje y desmontaje de la cimbra?

La respuesta a este requisito supone el análisis de los siguientes puntos:

5. Si el proyecto con los planos de montaje fue elaborado;
6. Si el procedimiento con las instrucciones de seguridad fue elaborado;

La evaluación respecto al requisito 10.1 consiste en verificar la existencia y conformidad del proyecto y del procedimiento. El procedimiento debe describir todas las instrucciones necesarias para el montaje y el desmontaje de la cimbra, estando cada paso del trabajo descrito con base en las instrucciones de seguridad.

El requisito debe ser evaluado a través de comprobación de la conformidad del procedimiento, para ello se exige un estudio de éste y del proceso de ejecución de la obra, verificando si las actividades y operaciones son compatibles y están integradas, y si fue considerada la localización y las condiciones climáticas. Es decir, el procedimiento de montaje y desmontaje debe ser específico a la obra, no se admiten procedimientos genéricos.

Siendo la construcción de grandes puentes y viaductos, como se ha dicho anteriormente, obras de compleja ejecución, existe la necesidad de establecer sistemas que permitan evaluar cada etapa del método constructivo adoptado, para garantizar el control global de riesgos que puedan conllevar accidentes de grandes proporciones.

El requisito de evaluación del proyecto y procedimiento de montaje y desmontaje de la cimbra, es uno de los que integran la evaluación macro de riesgos por dirigir la actividad preventiva hacia el control global de riesgos.

La determinación sobre la conformidad del requisito se traducirá en la descripción de las condiciones de trabajo. Para eso, se establecen unas directrices para la correcta evaluación y clasificación de los factores de riesgos que pueden ser identificados a lo largo de la evaluación de riesgos propuesta en este trabajo.

4.3.1.4. Calificación y número de trabajadores

La evaluación de riesgos en sí, se concreta con la clasificación de los requisitos. Se elige un calificador que defina cómo se está dando respuesta al requisito. Los requisitos están estructurados de manera que la respuesta afirmativa al requisito indica que la situación observada está de acuerdo con lo que concierne a la ingeniería de seguridad laboral. Son cuatro los calificadores del protocolo: *CO* (conforme), *DIS* (disconforme), *RIG* (riesgo grave e inminente), y *NA* (no aplica).

El sistema acción-decisión que el usuario debe seguir se presenta en la figura 4.5. El primer agente decisor es relativo a la aplicabilidad del requisito a la situación en obra. Si el requisito no aplica a la obra, se elige el calificador *NA*.

Si al contrario, la situación indicada en el requisito ocurre en la obra, el agente decisor verifica si la situación en obra está conforme las condiciones de seguridad especificadas en el requisito. Estando la situación en obra de acuerdo con el requisito, la clasificación es *CO*.

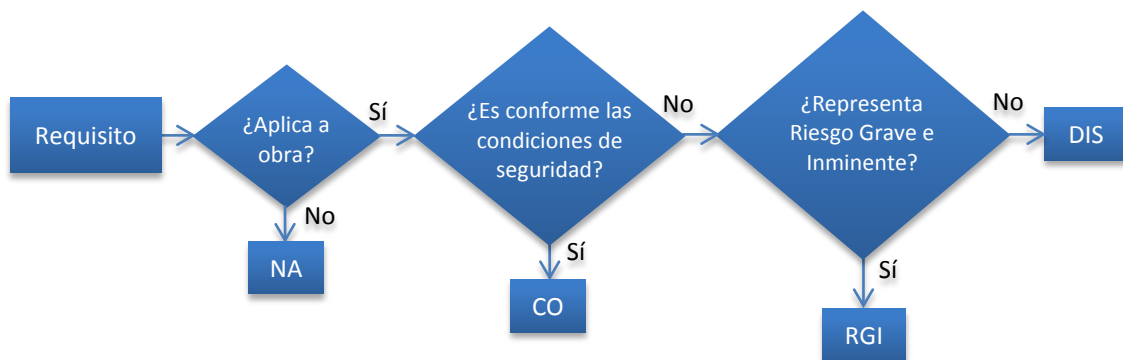


Figura 4.5 – Acción-decisión sobre la calificación de los requisitos

Cuando la situación en obra no corresponde a las condiciones de seguridad establecidas por el requisito, se determina la clasificación según la gravedad de la situación. Se elige la opción *RIG* en el caso de situación de riesgo grave e inminente, que es aquella que “resulta probable y racionalmente que se materialice en un futuro inmediato y pueda suponer un daño grave para la seguridad y salud de los trabajadores” (España, 2011a, Brasil, 2012f).

Si al contrario la situación no constituye riesgo de daño grave a los trabajadores, la elección debe ser *DIS*. Se recomienda que el evaluador al identificar una condición *RIG*, en cuanto a la aplicación del protocolo, la registre, y en cuanto al personal de la empresa, paralice la actividad para que las medidas de prevención sean asignadas.

Cabe destacar que el resguardo de la vida debe prevalecer sobre el factor producción de obra, y que un accidente grave implica en importantes pérdidas económicas y humanas, estas últimas irreparables.

Cuando se registren situaciones no conformes, el usuario del protocolo debe informar sobre la cantidad de trabajadores en condiciones de riesgo y a que equipo de trabajo pertenecen. Estas informaciones definen el número de exposiciones de los trabajadores a

las condiciones de riesgos. Consecuentemente, se identifican los equipos con mayores probabilidades de sufrir accidentes.

La figura 4.6a indica el momento del sistema acción-decisión cuando el evaluador debe informar cuántos y cuáles son los trabajadores expuestos a las condiciones de riesgos, y la figura 4.6b indica dónde debe informar en el protocolo.

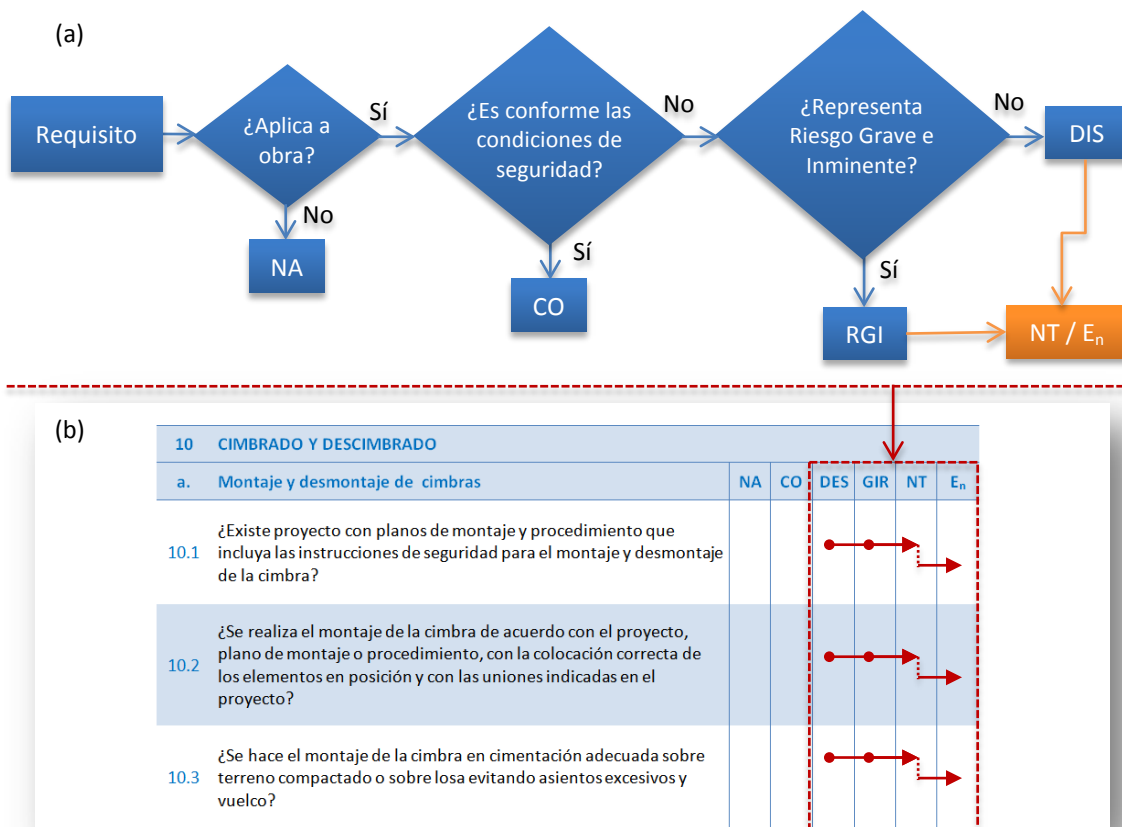


Figura 4.6 – Indicación del número de trabajadores y del equipo de trabajo.

El registro del NT en el protocolo requiere la información del equipo de trabajo en la columna denominada E_n . El usuario debe elegir el numeral que representará cada uno de los equipos de trabajo, es decir, al final del protocolo, el usuario debe indicar cual es el equipo a la correspondiente notación E_n .

Por ejemplo, si en una obra con 220 trabajadores, se identifica una no conformidad relativa al requisito 1.4 y esta no conformidad implica el total de trabajadores de la obra, el usuario hace su evaluación determinando la calificación de dicha irregularidad (DIS o RGI).

A continuación, apunta cuantos son los trabajadores expuestos a esta condición de riesgo, y la notación elegida para representarlos. Se registra el número de trabajadores NT en la línea del requisito y al lado, la notación elegida para identificar dicho equipo de trabajo (E_n). La notación y la descripción del equipo se apunta en la tabla al final del protocolo figura 4.7.

Del ejemplo presentado en los subapartados anteriores se obtiene NT igual a 220, y E_1 , por ejemplo, para representar el equipo “total obra”.

Protocolo para evaluación de riesgos en obras de grandes viaductos

Información del equipo de trabajo y determinación de su notación			
E_n	Nombre equipo de trabajo	NT	Subcontratada
E_1			
E_2			
E_3			
E_4			
E_5			
E_6			
E_7			
E_8			

Figura 4.7 –Tabla del protocolo para información de los equipos de trabajo.

Cabe resaltar que la identificación del equipo de trabajo depende de la organización de la obra, de cómo se tienen estructurados los equipos de trabajo. Informar solamente sobre cuántos son los trabajadores no permite identificar cuáles son los equipos expuestos a los riesgos. La suma, en este caso, no es un indicador consistente sobre los trabajadores en riesgo.

Por ejemplo, un equipo de quince trabajadores responsable del montaje de encofrados puede estar expuesto a más de una condición de riesgo. Consecuentemente, no se puede considerar que son treinta los trabajadores en situaciones peligrosas, sino que estos trabajadores están expuestos dos veces.

Con la adecuada información, sobre cuántos y cuáles son los trabajadores en situación de riesgo, en la parte del Procedimientos NC será posible direccionar las medidas sobre los fallos identificados en obra. Presentada la configuración del protocolo, se indica su correcta utilización a continuación.

4.3.1.5. Aplicación del protocolo

El Método ERL está estructurado de manera que permite que el usuario de esta herramienta pueda utilizar sus elementos individualmente. Se puede, por ejemplo, utilizar el protocolo y adoptar otro tipo tratamiento de datos que no sea el Sistema ERL.

Igualmente, se puede utilizar el Procedimiento NC que mejor le convenga a la empresa (figura 4.8). Para la correcta utilización del protocolo es imperativo el dominio de los conceptos de la ingeniería de seguridad laboral y de la legislación de PRL.

El Protocolo OC/PV puede ser utilizado durante toda la ejecución de la obra, mientras se estén desarrollando actividades. El foco principal del protocolo es proporcionar a su usuario el conocimiento de posibles factores de riesgos que puedan derivar en accidentes graves y muy graves, y que puedan pasar desapercibidos.



Figura 4.8 – Etapa 1: Protocolo OC/PV.

En este sentido, es de extrema importancia, para su funcionalidad, que el protocolo sea aplicado *in situ*, recorriendo y observando en la obra cada una de las situaciones requeridas en los requisitos.

a) Tipos de aplicación

El Protocolo OC/PV permite dos tipos de aplicación para la identificación de los factores de riesgo. Una para la evaluación de la obra en su conjunto, y otra para la evaluación de un ciclo de actividades, como indican las figura 4.9 y figura 4.10a.

La aplicación del protocolo del tipo “evaluación de obra” indica cuáles y cuántos son los factores de riesgo de la totalidad de actividades, sectores e instalaciones de la obra que puedan derivar en accidentes graves o muy graves. En este caso, se debe recorrer la totalidad del conjunto de la obra guiado por los 125 requisitos del protocolo.

Los resultados serán representativos de la obra en determinado periodo de tiempo; es decir, en el instante de la visita a la obra, teniendo en cuenta que el ambiente laboral de una obra cambia constantemente. Un factor de riesgo inexistente en el momento de la evaluación puede presentarse en una situación posterior.

Por eso se destaca que los resultados son representativos de periodos de tiempo limitado. Este carácter transitorio implica que la evaluación de riesgos debe ser periódica y tiene carácter dinámico.

La aplicación del protocolo del tipo “evaluación de actividad” tiene por objetivo indicar los riesgos de accidentes en un ciclo de actividad determinado. En este caso, se debe

acompañar la ejecución de la actividad guiado por las secciones del protocolo pertinentes a la actividad que se evalúa.

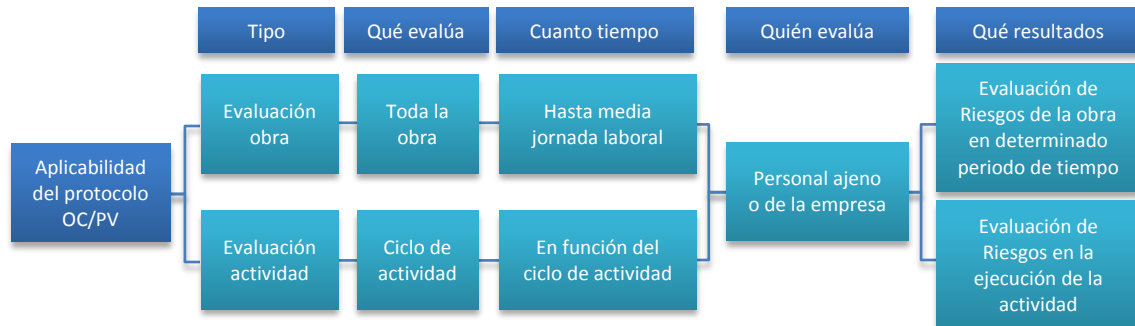


Figura 4.9 – Aplicabilidad del protocolo OC/PV.

Este tipo de evaluación se aplica a las actividades compuestas de etapas y operaciones diversas, a veces complejas, que suelen tardar más de una jornada de trabajo en ejecutarse. Dado el carácter puntual del tipo de evaluación anterior, ésta se limita al análisis de las actividades que se estén realizando en el momento de la inspección realizada por el usuario del protocolo.

En este caso el protocolo debe ser aplicado observándose el desarrollo de toda la actividad, acompañando la ejecución de las etapas y operaciones. Como resultado, serán retratados claramente los fallos en el proceso que puedan derivar en accidentes. Estos fallos podrán corregirse para el siguiente ciclo de realización de dicha actividad.

Los dos tipos de aplicación del protocolo pueden ser realizados por personal ajeno o de la empresa; puede además, ser ajeno o no a la obra. Es importante que la evaluación sea realizada por una persona con conocimiento en ingeniería civil, en especial en la ejecución de obras de puentes y viaductos, y con dominio del concepto de riesgo grave e inminente.

b) Usuarios y objetivos

Los usuarios del protocolo pueden ser personal de la empresa constructora, formando parte del equipo de obra (jefe de obra, jefe de producción y técnicos de prevención), o personal ajeno a la obra (personal del servicio de prevención propio).

Por otro lado, el protocolo también puede ser utilizado por personal ajeno a la empresa constructora (promotor de la obra, coordinador de seguridad, director de obra, inspección de trabajo, persona o entidad auditora, y por el personal del servicio de prevención ajeno) como señala la figura 4.10b.

Cada uno de los usuarios listados en la figura 4.10b tiene un objetivo sobre la evaluación de riesgos en obras. El Protocolo OC/PV puede ser utilizado como:

- Instrumento para la evaluación de riesgos de la obra, puntualmente y a lo largo de su ejecución. Permite una evaluación en determinado periodo de tiempo y la comparación entre las distintas fases de ejecución de la obra.

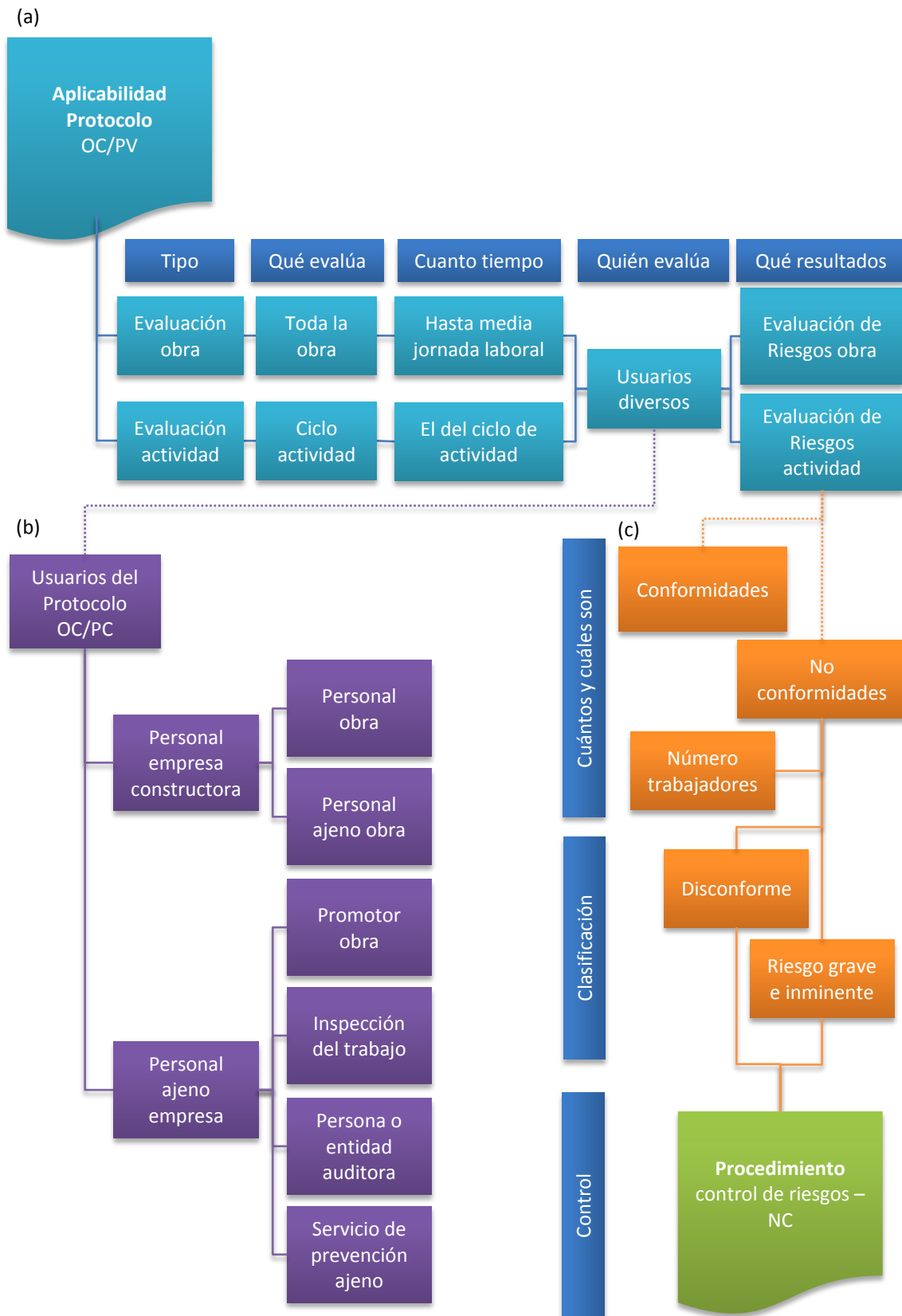


Figura 4.10 – Detalle de los usuarios y resultados del Protocolo OC/PV.

- Instrumento de evaluación de riesgos de un conjunto de obras de la empresa. Permite el conocimiento de la situación actual de la empresa respecto a su exposición al riesgo de accidentes graves y muy graves. Permite aún la comparación de la seguridad entre las obras y consecuentemente de los equipos de trabajo y sus responsables.
- Herramienta de auditoría de una obra, o un conjunto de obras, por un promotor de obras, coordinador de seguridad y dirección de obra que señale los factores de riesgos que puedan resultar en accidentes graves y muy graves.
- Herramienta de apoyo a la inspección del trabajo para el control de las condiciones de riesgo grave e inminente.
- Herramienta de apoyo a persona o entidad auditora en la realización de las auditorías externas de los sistemas de prevención.
- Herramienta de auditoría que proporcione al servicio de prevención ajeno el control de los riesgos sobre las obras de la empresa constructora.

c) Resultados de la aplicación

La aplicación del Protocolo OC/PV resulta en el sumatorio de las situaciones conformes y no conformes (figura 4.10c). Aunque la identificación de las no conformidades sea el objetivo del método, también es importante que se conozcan las situaciones conformes de la obra. Este dato representa la adecuación de la obra a las normativas e informa, en porcentual, lo que falta por cumplir hasta superar las no conformidades.

Indica cuántas son las no conformidades y su calificación, disconforme o riesgo grave e inminente. Esta información permite el establecimiento de prioridades hacia la acción de control en la etapa del procedimiento de las NC, primeramente el control de las condiciones de riesgo grave e inminente.

Los resultados también indican cuáles son las actividades que presentan las no conformidades, ubicando en la obra, las áreas donde pueden suceder accidentes, una vez que el protocolo está dividido por grupos de actividades para la ejecución de obras de puentes y viaductos en hormigón. Informa cuántos y cuáles son los trabajadores en situación de riesgo, desde el momento en que el evaluador, indique el equipo, o los equipos de trabajo expuestos a los factores de riesgos reflejados en los requisitos.

4.3.2. Sistema análisis de datos para evaluación de riesgos laborales – ERL

El Sistema ERL es un conjunto de procedimientos para el tratamiento de datos de la evaluación de riesgos laborales propuesta en el Método ERL (figura 4.11). Presenta una estructura de evaluación que analiza los resultados del protocolo y proporciona resultados adicionales. Los resultados obtenidos con el sistema permiten un completo análisis respecto a la evaluación de riesgos laborales.

El sistema indica cuál es la legislación de PRL y su grado de cumplimiento, los factores de riesgos a que están expuestos los trabajadores y su gravedad, cuántos son los trabajadores en situación de riesgo y cuáles son ellos, las infracciones y sanciones a que la empresa está expuesta, e indica la implicación de la empresa respecto a las responsabilidades administrativas. Además aporta a los empresarios y técnicos un indicador sobre las

responsabilidades civiles y penales a las que pueden estar expuestos la empresa, los empresarios y técnicos.

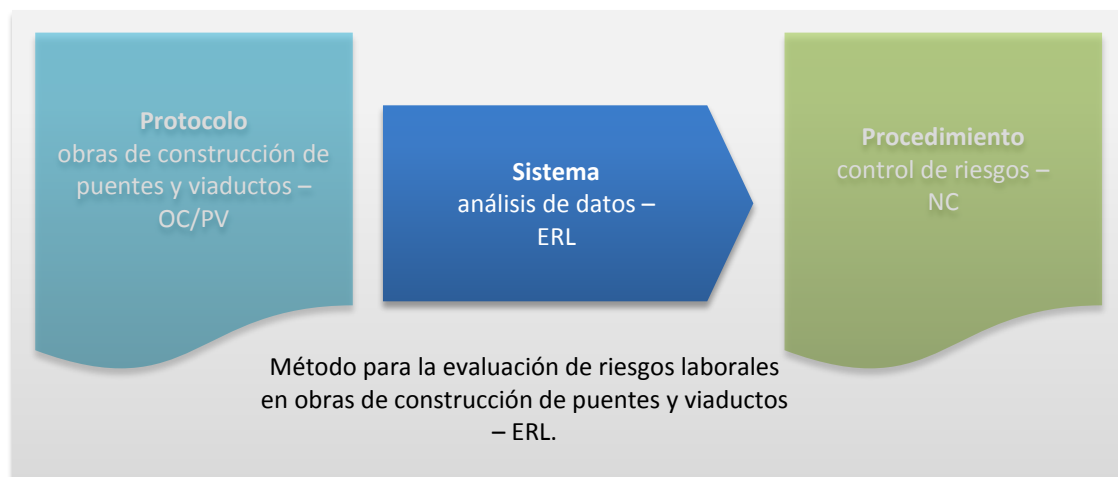


Figura 4.11 – Etapa 2: Sistema ERL.

El Sistema ERL está estructurado en un software para cálculo, con seis partes correlacionadas para el tratamiento de los datos. La primera parte está destinada a las informaciones sobre la empresa y la obra donde se realiza la evaluación de riesgos. En esta parte se introduce el número de trabajadores de la obra, que indicará en el elemento siguiente la gradación de las sanciones.

En la tercera parte está inserto el Protocolo OC/PV y el procesamiento de los datos derivados de la calificación de los requisitos. El resumen del tratamiento de datos se muestra en la cuarta parte. Las referencias de las normativas incumplidas se indican en la quinta parte. Por último están los títulos de los documentos legales referenciados con abreviaturas en las referencias normativas.

4.3.2.1. Protocolo

El Protocolo OC/PV está insertado en el Sistema ERL en su tercera parte. Cada requisito está redactado en una línea de una tabla, y según su calificación, el sistema informa sobre la evaluación de riesgos de la obra. En la columna titulada *Requisitos* están redactados los requisitos y su calificación se registra entre las cuatro opciones de la columna *Calificación (Req)*.

Los requisitos en el Sistema también están clasificados por tipo, permitiendo ordenarlos según su lugar de aplicación. Es una clasificación para la organización del protocolo, y aunque sea dirigida a éste, su organización se hace en la tabla del Sistema ERL.

La tercera columna con referencia *T* (tipo) clasifica los requisitos en cuanto a la localización de evaluación, si recorriendo la obra, o en la oficina para aquellos requisitos de verificación de documentos. Son clasificados por el numeral 1 (obra) y 2 (oficina).

A modo de ejemplo, se muestran en la figura 4.12 los cinco primeros requisitos del protocolo en el sistema. La calificación de los requisitos de esta figura ha sido elegida aleatoriamente, y se considera una obra con 200 trabajadores. La obra está conforme los requisitos 1.1, 1.2 y 1.3, y se registra dicha información en la columna correspondiente a las condiciones *CO*. El sumatorio de los requisitos clasificados *CO* es representado por n_{CO} , la misma notación se adopta para los requisitos clasificados *NA*, *DIS* y *RGI*. Luego, el número de requisitos conformes (n_{CO}) es igual a tres.

D. Protocolo OC/PV y Sistema ERL									
Bloque A: Requisitos básicos de evaluación									
n	N	T	Requisitos	Calificación (Req)				Número de Trabajadores	
				NA	CO	DIS	RGI	NT	E_i
i	1	T	Gestión	NA	CO	DIS	RGI	NT	E_i
1	1.1	2	¿Ha sido elaborado y aprobado por la dirección de la obra un plan de seguridad y salud en el trabajo, y está actualizado y de acuerdo con las operaciones realizadas en obra?		x				
2	1.2	2	¿Presenta la constructora y los subcontratistas servicio de prevención propio o ajeno y están sometidos a auditoría externa?		x				
3	1.3	2	¿Está constituido el comité de seguridad y salud con la representación de los trabajadores a través de los delegados de prevención?		x				
4	1.4	2	¿Son todas las operaciones realizadas sobre la dirección de técnico responsable , en especial las que se ejecutan en el período nocturno?				x	200	E_1
5	1.5	2	¿Presenta la obra todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes y realiza evaluación de los riesgos de accidentes?				x	200	E_1

Figura 4.12 – Imagen del protocolo insertado en el Sistema ERL.

No obstante, la situación en obra está no conforme por lo que se refiere a los requisitos 1.4 y 1.5. Del análisis técnico sobre el incumplimiento de estos requisitos, se evalúan como *RGI*, siendo así se hace el registro en la columna correspondiente a esta calificación. Por ello, el número de requisitos *RGI* (n_{RGI}) es igual a dos. Ninguno de los requisitos del ejemplo son *NA* o *DIS*, luego se obtiene: número de requisitos no aplican (n_{NA}) es igual a cero, y número de requisitos disconformes (n_{DIS}) también es igual a cero.

Como son requisitos que afectan al conjunto de la obra, se registra 200 en la columna *NT*. El registro del *NT*, requiere la información del equipo de trabajo en situación de riesgo (E_n). Previamente el usuario determina el numeral que representará cada uno de los equipos de trabajo de la obra que estén en condición de riesgo. En el ejemplo se establece el numeral 1 para representar el total de trabajadores de la obra, quedando su notación E_1 .

Estas dos informaciones llevan a saber cuántas veces los equipos se exponen a condiciones de riesgo (NT'_n). Se considera en el Sistema ERL que cada requisito implica una condición de riesgo, si bien en la práctica, los requisitos del protocolo pueden resultar en más situaciones peligrosas. Luego, del ejemplo estarían los 200 trabajadores expuestos dos veces a condiciones de riesgo. En resumen, los resultados de la calificación de este ejemplo son:

- $n_{NA} = 0$
- $n_{CO} = 3$
- $n_{DIS} = 0$
- $n_{RGI} = 2$
- $NT = 200$
- $E_1 = 1$
- $NT'_1 = 2$

Conocidos los equipos de trabajo en condición de riesgo, se establece la tipología de la exposición, permitiendo en la fase siguiente del método, el establecimiento de prioridades para la intervención, considerando una cantidad de no conformidades.

4.3.2.2. Tipología de exposición a los factores de riesgos

Los requisitos están clasificados según la tipología de exposición que puede sufrir los equipos de trabajo. Estas tipologías de exposición son la exposición directa y la indirecta. La exposición directa es aquella situación donde resulta probable que se materialice en un futuro inmediato y pueda suponer un daño grave para la seguridad del equipo de trabajo.

La exposición indirecta es aquella donde el equipo de trabajo no está directamente en situación de sufrir daño. Está relacionada con fallos de procedimientos y documentos. Aunque no se exponga directamente al equipo de trabajo a situaciones peligrosas, el incumplimiento de los requisitos con esta clasificación puede resultar en importantes fallos en la obra.

El resultado de esta clasificación permite la priorización sobre la intervención en el bloque siguiente del método (procedimiento para el control de no conformidades). Estas informaciones se presentan en el sistema como muestra la figura 4.13.

La columna E_x enseña la clasificación de los requisitos según su tipología de exposición, si directa con la letra “d”, e indirecta con la letra “i”. Los 125 requisitos están divididos en 90 del tipo directo, con notación Ex_D , y 35 del tipo indirecto, con notación Ex_I .

A continuación, el sistema indica automáticamente la tipología del requisito, si este resulta en no conformidad. Los requisitos no conformes con clasificación directa, son identificados por la notación Ex'_D , y los indirectos Ex'_I . Siguiendo con el ejemplo iniciado en el apartado anterior, se obtiene las siguientes informaciones:

- $Ex'_D = 0$
- $Ex'_I = 2$

n	N	Requisitos	Calificación (Req)				Número de Trabajadores		Tipología Exposición		
			NA	CO	DIS	RGI	NT	E_i	E_x	Ex'_D	Ex'_I
i	1	Gestión	NA	CO	DIS	RGI	NT	E_i	E_x	0	2
1	1.1	¿Ha sido elaborado y aprobado por la dirección de la obra un plan de seguridad y salud en el trabajo, y está actualizado y de acuerdo con las operaciones realizadas en obra?		x					i		
2	1.2	¿Presenta la constructora y los subcontratistas servicio de prevención propio o ajeno y están sometidos a auditoría externa?		x					i		
3	1.3	¿Está constituido el comité de seguridad y salud con la representación de los trabajadores a través de los delegados de prevención?		x					i		
4	1.4	¿Son todas las operaciones realizadas sobre la dirección de técnico responsable, en especial las que se ejecutan en el periodo nocturno?				x	200	E_1	i		1
5	1.5	¿Presenta la obra todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes y realiza evaluación de los riesgos de accidentes?				x	200	E_1	i		1

Figura 4.13 – Imagen de la tipología de los requisitos en el Sistema ERL.

Del análisis, se puede decir que el equipo E₁ está expuesto dos veces a requisitos de tipología indirecta. La calificación no conforme de los requisitos resulta en la determinación del próximo indicador del sistema, sobre las infracciones y sanciones.

4.3.2.3. Infracciones y sanciones

El Sistema ERL está desarrollado con el objetivo de proporcionar a su usuario informaciones de fácil entendimiento y que resulten en datos fiables respecto a la situación de la seguridad y salud de la obra y las implicaciones legales del incumplimiento de la legislación de PRL. Entre los indicadores del sistema están las infracciones y sanciones.

Se considera éste un importante dato a la vez que refleja económicamente la exposición de la empresa constructora al ordenamiento jurídico de cada país por las infracciones identificadas en obra. En el caso del derecho español, las infracciones y sanciones son establecidas por el Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social (España, 2012).

El artículo 5 del RDL 5/2000, define “son infracciones laborales en materia de PRL las acciones u omisiones de los diferentes sujetos responsables que incumplan las normas legales, reglamentarias y cláusulas normativas de los convenios colectivos en materia de seguridad y salud en el trabajo sujetas a responsabilidad conforme a esta ley”. Las infracciones son clasificadas en tres niveles: leves, graves y muy graves (artículos 11, 12 y 13 del RDL 5/2000).

Como el Protocolo OC/PV está dirigido a aquellas situaciones que pueden resultar en accidentes graves, no constan en el Sistema ERL requisitos de infracciones leves. Siendo así, los requisitos del protocolo están entre las infracciones graves (G) y muy graves (MG), y fueron determinadas según lo dispuesto en los artículos 12 y 13 del citado RDL.

Las sanciones por las infracciones tipificadas en los artículos 12 y 13, pueden imponerse en los grados de mínimo, medio y máximo. Las sanciones se gradúan en atención a la negligencia e intencionalidad del sujeto infractor, fraude o connivencia, incumplimiento de las advertencias previas y requerimientos de la inspección, cifra de negocios de la empresa, número de trabajadores o de beneficiarios afectados en su caso, perjuicio causado y cantidad defraudada, como circunstancias que puedan agravar o atenuar la graduación a aplicar a la infracción cometida (España, 2012).

La normativa indica que, en las sanciones por infracciones en materia de PRL, a efectos de su graduación, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

1. La peligrosidad de las actividades desarrolladas en la empresa o centro de trabajo.
2. El carácter permanente o transitorio de los riesgos inherentes a dichas actividades.
3. La gravedad de los daños producidos o que hubieran podido producirse por la ausencia o deficiencia de las medidas preventivas necesarias.
4. El número de trabajadores afectados.
5. Las medidas de protección individual o colectiva adoptadas por el empresario y las instrucciones impartidas por éste en orden a la prevención de los riesgos.

6. El incumplimiento de las advertencias o requerimientos previos a que se refiere el artículo 43 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
7. La inobservancia de las propuestas realizadas por los servicios de prevención, los delegados de prevención o el comité de seguridad y salud de la empresa para la corrección de las deficiencias legales existentes.
8. La conducta general seguida por el empresario en orden a la estricta observancia de las normas en materia de prevención de riesgos laborales.

Como se constata, la determinación de las sanciones por infracciones es compleja y el Sistema ERL no puede y no debe designársela, sino que el objetivo es presentar un indicador que pueda orientar al usuario sobre las posibles sanciones a las que está expuesta la obra por los incumplimientos observados. La cuantía de las sanciones en materia de PRL está determinada por el artículo 40 del RDL 5/2000 (España, 2012l):

1. Leves, en su grado mínimo, con multa de 40 a 405 euros; en su grado medio, de 406 a 815 euros; y en su grado máximo, de 816 a 2.045 euros.
2. Graves con multa, en su grado mínimo, de 2.046 a 8.195 euros; en su grado medio, de 8.196 a 20.490 euros; y en su grado máximo, de 20.491 a 40.985 euros.
3. Muy graves con multa, en su grado mínimo, de 40.986 a 163.955 euros; en su grado medio, de 163.956 a 409.890 euros; y en su grado máximo, de 409.891 a 819.780 euros.

Como se puede observar los rangos para la determinación de las sanciones son amplios. La opción adoptada para el Sistema ERL fue establecer el valor mínimo para los dos grados de infracción considerados en el sistema, tal como destaca la figura 4.14.

B2. Indicador de Infracción y Sanción ES						
Según RDL 5/2000						
Infracciones						
Art. 12	Grave	G	Mínimo	2.046,00 €	8.195,00 €	
			Medio	8.196,00 €	20.490,00 €	
			Máximo	20.491,00 €	40.985,00 €	
Art. 13	Muy grave	MG	Mínimo	40.986,00 €	163.955,00 €	
			Medio	163.956,00 €	409.890,00 €	
			Máximo	409.891,00 €	819.780,00 €	

cuantía en Euros

Figura 4.14 – Imagen del Sistema ERL con las sanciones por el RDL 5/2000.

Para la determinación de las infracciones según la legislación brasileña, se consultó la referencia normativa de cada uno de los requisitos del protocolo OC/PV. Cada una de las exigencias en materia de PRL en Brasil, posee su grado de infracción ya determinado en la norma reguladora n. 28 Inspección y sanciones (Brasil, 2012y).

Las infracciones según la NR 28 pueden ser del grado 1 hasta el 4. Cada uno de los grados de infracción tiene correlacionada una cuantía mínima que puede variar hasta el límite superior. Es decir, la sanción puede ser cualquier valor dentro del rango establecido por la

NR 28. Igualmente se considera el valor mínimo de cada clase de infracción. La sanción, además, depende del número de trabajadores de la obra, como destaca en amarillo la figura 4.15.

El método propone que cada vez que se aplique el protocolo, se registre la sanción resultante de la evaluación de riesgo. Es decir, cada evaluación contará con la sanción resultante de las infracciones identificadas en obra, incluso en el caso de reincidencia de infracciones de la evaluación anterior.

B. Infracciones y Sanciones									
B1. Indicador de Infracción y Sanción BR									
Según la NR28									
Número trabajadores	Infracciones (UFIR)								
	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9
1-10	670,38 BRL	775,73 BRL	1.201,37 BRL	1.482,29 BRL	1.799,39 BRL	2.225,03 BRL	2.396,35 BRL	2.970,97 BRL	
11-25	776,79 BRL	883,20 BRL	1.483,36 BRL	1.770,66 BRL	2.226,10 BRL	2.654,93 BRL	2.972,03 BRL	3.547,71 BRL	
26-50	884,27 BRL	1.024,73 BRL	1.771,73 BRL	2.059,03 BRL	2.655,99 BRL	3.083,76 BRL	3.548,77 BRL	4.124,45 BRL	
51-100	1.025,79 BRL	1.174,77 BRL	2.060,10 BRL	2.341,02 BRL	3.084,83 BRL	3.513,66 BRL	4.125,52 BRL	4.701,19 BRL	
101-250	1.175,83 BRL	1.320,55 BRL	2.342,08 BRL	2.629,39 BRL	3.514,72 BRL	3.956,32 BRL	4.702,26 BRL	5.265,17 BRL	
251-500	1.321,61 BRL	1.462,07 BRL	2.630,46 BRL	2.924,15 BRL	3.957,39 BRL	4.385,16 BRL	5.266,23 BRL	5.841,91 BRL	
501-1000	1.463,14 BRL	1.603,60 BRL	2.925,21 BRL	3.213,58 BRL	4.386,22 BRL	4.815,05 BRL	5.842,97 BRL	6.419,72 BRL	
más de 1000	1.604,66 BRL	1.751,51 BRL	3.214,65 BRL	3.494,50 BRL	4.816,12 BRL	5.244,95 BRL	6.420,78 BRL	6.708,09 BRL	
Cuantía en Real (BRL)									
Según la NR28									
Trabajadores Obra	Infracciones (UFIR)								
	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9
200	1.175,83 BRL	2.342,08 BRL	3.514,72 BRL	4.702,26 BRL					

Figura 4.15 – Imagen del Sistema ERL con las sanciones por la NR 28.

Con base en los valores estipulados por el RDL 5/2000 y la NR 18, cada uno de los requisitos del protocolo está relacionado con una infracción y su respectiva sanción.

Dando continuidad al ejemplo, los requisitos 1.1, 1.2 y 1.3 que poseen calificación CO, no implican infracciones y sanciones. Los requisitos 1.4 y 1.5 calificados como no conformes, sí resultan en infracciones y sanciones. La imagen del sistema ahora presenta además las columnas referentes a las infracciones y sanciones (figura 4.16).

La columna I_{ES} indica la clasificación de las infracciones de los 125 requisitos, según los criterios del RDL 5/2000. El total de los 125 requisitos se divide en 57 infracciones del tipo grave y en 68 infracciones del tipo muy grave, y son representadas como sigue:

- $I_{ES-G} = 57$
- $I_{ES-MG} = 68$

La columna I'_{ES} indica que el requisito no conforme resulta en infracción. Su representación se registra con el numeral 1, que más adelante informará la cantidad de infracciones graves y muy graves resultantes de la calificación de los requisitos.

En el caso del ejemplo que se expone en este apartado, son 2 las infracciones de clasificación MG según el RDL 5/2000. Esta información es notificada en el sistema como se muestra adelante:

- $I'_{ES-G} = 0$
- $I'_{ES-MG} = 2$

La columna S_{ES} indica la sanción correspondiente a la infracción del requisito no conforme. El valor está relacionado con la tabla mostrada en la figura 4.14. La notación S'_{ES} es la suma de las sanciones. El valor unitario de las sanciones por clasificación es:

- $S_{ES-G} = 2.046,00\text{€}$
- $S_{ES-MG} = 40.986,00\text{€}$

D. Protocolo OC/PV y Sistema ERL													
Bloque A: Requisitos básicos de evaluación													
N	Requisitos	Calificación (Req)				Número de Trabajadores		Infracción-ES		Sanción-ES	Infracción-BR		Sanción-BR
		NA	CO	DIS	RGI	NT	E ₁	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
1	Gestión	NA	CO	DIS	RGI	NT	E ₁	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
1.1	¿Ha sido elaborado y aprobado por la dirección de la obra un plan de seguridad y salud en el trabajo, y está actualizado y de acuerdo con las operaciones realizadas en obra?		x					G	0	- €	14	0	- BRL
1.2	¿Presenta la constructora y los subcontratistas servicio de prevención propio o ajeno y están sometidos a auditoría externa?		x					G	0	- €	14	0	- BRL
1.3	¿Está constituido el comité de seguridad y salud con la representación de los trabajadores a través de los delegados de prevención?		x					G	0	- €	14	0	- BRL
1.4	¿Son todas las operaciones realizadas sobre la dirección de técnico responsable , en especial las que se ejecutan en el periodo nocturno?				x	200	E ₁	MG	1	40.986,00 €	14	1	4.702,26 BRL
1.5	¿Presenta la obra todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes y realiza evaluación de los riesgos de accidentes?				x	200	E ₁	MG	1	40.986,00 €	13	1	3.514,72 BRL

Figura 4.16 – Imagen del Sistema ERL indicando infracciones y sanciones.

Volviendo al ejemplo, el valor equivalente a una infracción muy grave, es 40.986€, como son dos las infracciones identificadas en obra, la suma de las sanciones es 81.972,00€, y se presenta con la siguiente notación en el sistema:

- $S'_{ES} = 81.972,00\text{€}$

La misma estructura se utiliza para las infracciones y sanciones según la NR 28. La columna I_{BR} corresponde a la clasificación de las infracciones de los 125 requisitos, de acuerdo con la NR 28. La cantidad de requisitos por clasificación es:

- $I_{BR-11} = 1$
- $I_{BR-12} = 17$
- $I_{BR-13} = 30$
- $I_{BR-14} = 77$

La columna I'_{BR} tiene la misma estructura que la infracción I'_{ES} . Se muestra en esta columna el numeral 1 a cada no conformidad registrada. En el ejemplo son 2 las infracciones, una del tipo *I3* y la otra del tipo *I4*. Fueron establecidas las siguientes notaciones y se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{array}{ll} \blacksquare I'_{BR-I3} = 1 & \blacksquare I'_{BR-I4} = 1 \end{array}$$

La columna S_{BR} indica los valores de las sanciones de acuerdo con la NR 28. El valor de la sanción depende de dos variables, el tipo de infracción relacionada al requisito no conforme (I'_{BR-I1} , I'_{BR-I2} , I'_{BR-I3} o I'_{BR-I4}), y el número de trabajadores.

El intervalo de valores se muestra en la tabla de la figura 4.15. La columna S_{BR} enseña el valor exacto debido a las correlaciones entre los datos informados por el usuario del método. Finalmente, las sanciones y notaciones del ejemplo según la NR 28, considerando 200 trabajadores, son las siguientes:

$$\begin{array}{ll} \blacksquare S_{BR-I3} = 3.514,72\text{BRL} & \blacksquare S_{BR-I4} = 4.702,26\text{BRL} \end{array}$$

Luego el valor total de sanción (S'_{BR}) es:

$$\blacksquare S'_{BR} = 8.216,98\text{BRL}$$

En resumen, el ejemplo resultó en los siguientes datos:

$$\begin{array}{lll} \blacksquare I'_{ES-MG} = 2 & \blacksquare S'_{ES} = 81.972,00\text{€} & \blacksquare I'_{BR-I3} = 1 \\ \blacksquare I'_{BR-I4} = 1 & \blacksquare S'_{BR} = 8.216,98\text{BRL} & \end{array}$$

El primer dato que se destaca es la diferencia económica entre las sanciones brasileña y española. Considerando el cambio oficial del Banco de España a 27 de febrero de 2012, la sanción brasileña equivaldría a 3.591,34€, una cuantía 52 veces menor. Del análisis de la gradación de las infracciones se verifica que existe una componente no solamente técnica en su determinación, sino también una componente económica. Esto se refleja, por ejemplo, en la infracción del tipo *I3* en el requisito 1.5, visto que su incumplimiento resulta en riesgo grave e inminente a la seguridad y salud de los trabajadores.

Debido a la subjetividad de las normativas que determinan el grado de infracción de las exigencias en PRL, no se pudo adoptar las infracciones como parámetro para la determinación de la gravedad de los requisitos. Siendo así, se determinó, únicamente con base en el análisis técnico de los requisitos, una clasificación de gravedad.

4.3.2.4. Gravedad

Se realizó un análisis técnico para la determinación del nivel de gravedad de los requisitos. Como se ha comentado anteriormente, el Protocolo OC/PV está dirigido a evaluar aquellas situaciones que puedan resultar en accidentes graves. Los requisitos fueron clasificados en dos niveles de gravedad, grave – *g*, y muy grave – *mg*.

La clasificación se hizo identificando aquellos requisitos cuyo incumplimiento pueda resultar en *RGI* [aquel que resulte probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato y pueda suponer un daño grave para la salud de los trabajadores (España, 2011a, Brasil, 2012f)]. En estos casos, los requisitos recibieron clasificación *mg*. Los demás requisitos fueron clasificados como *g*. La figura 4.17 muestra el análisis del ejemplo que se presenta en este capítulo.

D. Protocolo OC/PV y Sistema ERL																	
Bloque A: Requisitos básicos de evaluación																	
N	Requisitos	Calificación (Req)				Grav	Gravedad			Infracción-ES		Sanción-ES		Infracción-BR		Sanción-BR	
		NA	CO	DIS	RGI		<i>g'</i>	<i>mg'</i>	<i>n'</i> _{<i>mg</i>}	<i>I</i> _{ES}	<i>F</i> _{ES}	<i>S</i> _{ES}	<i>I</i> _{BR}	<i>F</i> _{BR}	<i>S</i> _{BR}		
1	Gestión	NA	CO	DIS	RGI	Grav	0	2	<i>n'</i> _{<i>mg</i>}	<i>I</i> _{ES}	<i>F</i> _{ES}	<i>S</i> _{ES}	<i>I</i> _{BR}	<i>F</i> _{BR}	<i>S</i> _{BR}		
1.1	¿Ha sido elaborado y aprobado por la dirección de la obra un plan de seguridad y salud en el trabajo, y está actualizado y de acuerdo con las operaciones realizadas en obra?		x			<i>mg</i>			0	G	0	- €	14	0	- BRL		
1.2	¿Presenta la constructora y los subcontratistas servicio de prevención propio o ajeno y están sometidos a auditoría externa?		x			<i>mg</i>			0	G	0	- €	14	0	- BRL		
1.3	¿Está constituido el comité de seguridad y salud con la representación de los trabajadores a través de los delegados de prevención?		x			<i>mg</i>			0	G	0	- €	14	0	- BRL		
1.4	¿Son todas las operaciones realizadas sobre la dirección de técnico responsable , en especial las que se ejecutan en el periodo nocturno?				x	<i>mg</i>		1	0	MG	1	40.986,00 €	14	1	4.702,26 BRL		
1.5	¿Presenta la obra todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes y realiza evaluación de los riesgos de accidentes?				x	<i>mg</i>		1	0	MG	1	40.986,00 €	13	1	3.514,72 BRL		

Figura 4.17 – Imagen del Sistema ERL indicando la gravedad.

En la columna *Grav* se indica la clasificación de los requisitos (*g* o *mg*). Cuando es registrada la calificación *DES* o *RGI*, automáticamente se indica el numeral 1 en la columna *g'* o en la columna *mg'*. Cada grupo de requisitos informa cuántas son las no conformidades graves y muy graves. Los 125 requisitos se dividen en:

- $g = 22$
- $mg = 103$

Los resultados del ejemplo que se realiza en este apartado son:

- $g' = 0$
- $mg' = 2$

Las consecuencias del incumplimiento de los requisitos 1.4 y 1.5 resultarían en la exposición dos veces del total de trabajadores a condición de riesgo grave e inminente,

además del sistema les clasificaren como muy graves. Luego, serían dos requisitos a corregir rápidamente a fin de prevenir accidentes. La fase siguiente del sistema, es sobre la información de los documentos legales incumplidos en la evaluación de riesgos.

4.3.2.5. Normativas no conformes

El Sistema ERL indica cuáles son las normativas incumplidas en el caso de no conformidades de los requisitos. Insertados los datos de la evaluación realizada en obra, las no conformidades (figura 4.18a) son transferidas a la quinta parte del sistema. En forma de lista, se detallan las normativas incumplidas. También se informa de la numeración correspondiente del requisito (figura 4.18b).

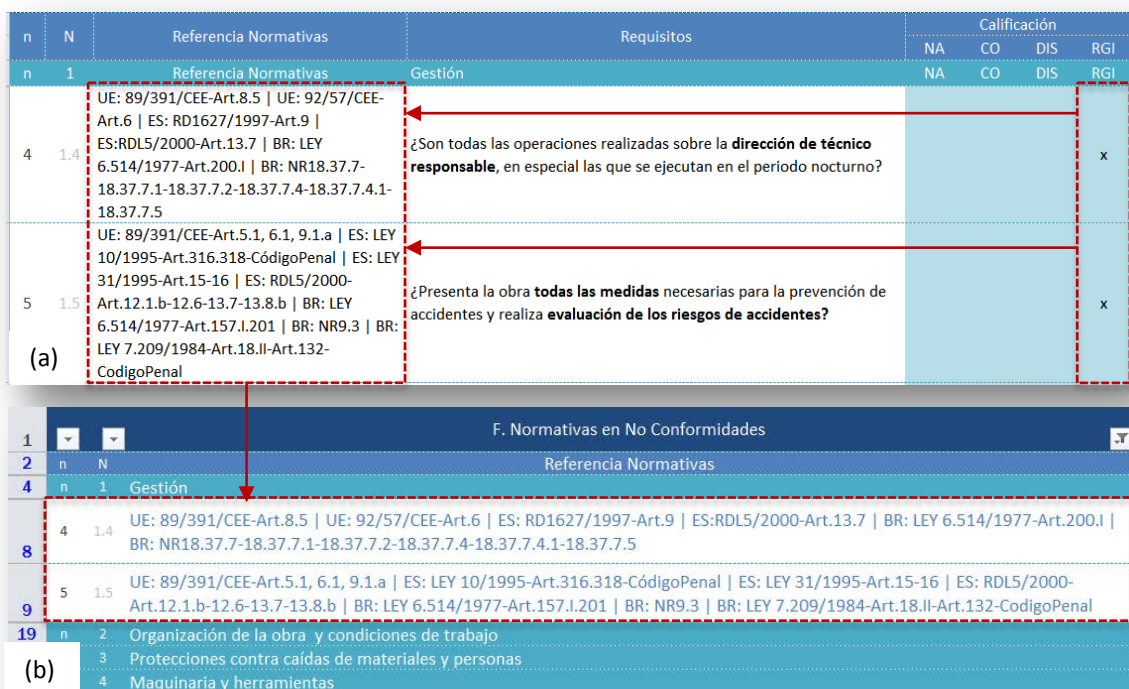


Figura 4.18 – Sistema ERL indicando cuales son las normativas incumplidas.

A continuación, el usuario puede identificar cuáles son los documentos legales relacionados con las abreviaciones informadas en la hoja “Normativas en No Conformidades”. Los títulos de estos documentos legales se presentan en la sexta parte como muestra la figura 4.19.

El ambiente laboral en una obra de construcción está constantemente expuesto a la probabilidad de que sucedan hechos que puedan resultar en daños a los trabajadores. La problemática consiste en controlar todas aquellas condiciones de riesgo. El Estado, entre sus atribuciones, establece normativas como punto de partida para el reglamento de las relaciones laborales.

Del estudio realizado sobre la legislación de PRL, se puede afirmar que ella es extensa, a veces subjetiva y con interposiciones de normativas en rangos distintos sobre el mismo

tema. Además, se observa que hay casos que el texto legal carece de una perspectiva entre lo plausible y lo legal, entre lo que se puede ejecutar y lo que se determina cumplir.

No obstante, cumplir la Ley está principalmente condicionado a los recursos técnicos disponibles y a su accesibilidad. También cabe destacar que las obras son únicas. Las características y circunstancias de una determinada obra no se repiten, aunque se ejecute el mismo proyecto, ya que el entorno y los recursos humanos producen condiciones distintas de trabajo. Siendo así, obras distintas son reglamentadas por un único conjunto de normativas. No hay especificidades según los proyectos, como ya se ha mencionado en este texto.

Apéndice A - Título de las Normativas			
Ordenamiento Jurídico	N	Sigla	Título Normativa
Unión Europea	1.1	89/391/CEE	DIRECTIVA DEL CONSEJO de 12 de junio de 1989 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo (89/391/CEE).
	1.2	92/57/CEE	DIRECTIVA 92/57/CEE DEL CONSEJO de 24 de junio de 1992 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles (octava Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE)
	1.3	89/655/CEE	DIRECTIVA DEL CONSEJO de 30 de noviembre de 1989 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo
	1.4	95/63/CE	Directiva 95/63/CE del Consejo, de 5 de diciembre de 1995, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE)
	1.5	2009/104/CE	Directiva 2009/104/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE) (Texto pertinente a efectos del EEE).
	1.6	89/656/CEE	DIRECTIVA DEL CONSEJO de 30 de noviembre de 1989 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual (tercera Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) (89/656/CEE).
	1.7	2003/10/CE	DIRECTIVA 2003/10/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido)
	1.8	98/24/CE	DIRECTIVA 98/24/CE DEL CONSEJO de 7 de abril de 1998 relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (decimocuarta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE)
España	1.1	LEY 31/1995	Real Decreto 1215/1997, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales - LPRL.
	1.2	RD 1627/1997	Real Decreto 1627/1997, DE 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
	1.3	GT 1627/1997	Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción RD 1627/1997
	1.4	RD 1215/1997	Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
	1.5	GT 1215/1197	Guía Técnica Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo modificado por el Real Decreto 2177/2004
	1.6	RD 2177/2004	Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura
	1.7	RD 614/2001	Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
	1.8	ITC-BT-33	Instalaciones con fines especiales instalaciones provisionales y temporales de obras, ITC-BT-33, Ministerio de Ciencia y Tecnología
	1.9	ITC-BT-24	Instalaciones interiores o receptoras protección contra los contactos directos e indirectos, ITC-BT-24, Ministerio de Ciencia y Tecnología
	1.10	ITC-BT-08	Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica, ITC-BT-08 Ministerio de Ciencia y Tecnología
Brasil	1.11	RD 773/1997	Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
	1.12	RD 604/2006	Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el 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.
	1.13	RD 39/1997	RD 39/1997 - Aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
	1.14	RDL 5/2000	Real decreto legislativo REAL DECRETO LEGISLATIVO 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social
	1.15	LEY 10/1995	Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal
	1.16	LEY 54/2003	LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales
	1.1	LEY 6.514/1977	Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977
	1.2	NR18	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
	1.3	CPR-PE	Comitê Permanente Regional de Pernambuco sobre Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção
	1.4	NR 1	Disposições Gerais
1.5	NR 4	Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho - SESMT	
1.6	NR 5	Comissão interna de prevenção de acidentes - CIPA	
1.7	NR 9	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA	
1.8	NR 10	Segurança em instalações e serviços em eletricidade	
1.9	NR 12	Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos	
1.10	NR 17	Ergonomia	
1.11	NR 23	Proteção Contra Incêndios	
1.12	NR 28	Fiscalização e Penalidades	
1.13	RTP01	RTP 01 - Medidas de Proteção contra Quedas de Altura	
1.14	RTP03	RTP 03 - Escavações, Fundações e Desmonte de Rochas	
1.15	RTP04	RTP 04 - Escadas, Rampas e Passarelas	
1.16	RTP 05	RTP 05 - Instalações Elétricas Temporárias em Canteiros de Obras	
1.17	NBR 6118:2003	ABNT NBR 6118:2003 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento	
1.18	NBR 14931:2004	ABNT NBR - Execução de estruturas de concreto - Procedimento	
1.19	NBR 9061:1985	ABNT NBR 9061:1985 - Segurança de escavação a céu aberto	
1.20	Código Penal	Lei 7.209 de 11 de julho de 1984 - Código Penal - Art.18.II	

Figura 4.19 – Título de las normativas en el Sistema ERL.

De todos estos factores, el importante es el deber de preservar la seguridad y salud de los trabajadores, garantizándoles que el desarrollo de su labor se realice con seguridad. Este es un derecho garantizado en las constituciones de España y Brasil.

4.3.2.6. Las responsabilidades

El conjunto de las “referencias normativas” que dan origen a cada requisito genera una serie de reflexiones sobre las implicaciones técnicas y legales, para la obra, la empresa y sus dirigentes.

A modo de ejemplo, se comenta el posible alcance legal de la no conformidad del requisito 1.5. Este requisito por sí sólo podría resumir todos los demás del protocolo. Primeramente inquiriere de manera generalista sobre la adopción por la obra, “de todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes”. La negativa a cualquier de los demás requisitos del Protocolo OC/PV implica, entonces, la no conformidad del requisito 1.5. A continuación se cuestiona sobre la realización de “evaluación de los riesgos de accidentes”.

Sabiendo que el análisis en obra que se realiza con el Protocolo OC/PV caracteriza una “evaluación de riesgos” y que el fallo de cualquiera de los requisitos resulta en una falta respecto a la adopción de “todas las medidas necesarias para la prevención”, se puede afirmar que todo el protocolo tiene como referencia legal las normativas del requisito 1.5, entre las cuales están los Códigos Penales de España y Brasil.

El Código Penal español (España, 2011e) dice en su Artículo 316 que “los que con infracción de las normas de prevención de riesgos laborales y estando legalmente obligados, no faciliten los medios necesarios para que los trabajadores desempeñen su actividad con las medidas de seguridad e higiene adecuadas, de forma que pongan así en peligro grave su vida, salud o integridad física, serán castigados con las penas de prisión de seis meses a tres años y multa de seis a doce meses”.

Se verifica que el artículo hace referencia a aquellas situaciones que “pongan en peligro grave su vida, salud o integridad física”. Poner en peligro no está condicionado a la materialización del daño, sino a la condición de que éste pueda ocurrir. Sobre esta perspectiva, casi la totalidad de la ejecución de una obra de construcción se puede encuadrar en estas condiciones.

La prevención de riesgos laborales, también utilizada en España como referencia a la seguridad y salud laboral, trata de controlar las situaciones potencialmente peligrosas a través de una serie de técnicas y acciones dirigidas a cada clasificación de riesgos. La anticipación de los riesgos es parte importante del proceso de prevención de riesgos. Se aplica especialmente a la fase de proyecto y planeamiento de las obras. Una vez iniciada la obra, el Método ERL permite controlar el desarrollo de la obra, evaluando todas las actividades simultáneas, simultaneidad que es una característica específica de una obra de construcción.

Estas acciones forman parte de lo que determina el Código Penal español, cuando demanda que la empresa debe “facilitar los medios necesarios para que los trabajadores desempeñen su actividad con las medidas de seguridad e higiene adecuadas”. Es decir, los “medios necesarios” no se limitan a la disposición de protecciones colectivas e individuales. Debe existir una estructura que implemente un sistema de gestión de la seguridad y salud de la empresa, permitiendo realizar la etapa de anticipación de los riesgos, en la fase de proyectos, y la evaluación de riesgos, en la fase de ejecución de obra.

El Código Penal español deja claro también quienes son los responsables en caso de infracción de las normas de PRL. En su Artículo 318 dice: “cuando los hechos previstos en los artículos de este título – Título XV: De los delitos contra los derechos de los

trabajadores – se atribuyeran a personas jurídicas, se impondrá la pena señalada a los administradores o encargados del servicio que hayan sido responsables de los mismos y a quienes, conociéndolos y pudiendo remediarlo, no hubieran adoptado medidas para ello (...).”.

Al citarse que la pena imputará a “los administradores o encargados del servicio”, cabe la interpretación de que recae la responsabilidad sobre el conjunto de personas que componen la línea jerárquica de mando de la actividad, que en su momento esté incumpliendo las normas de PRL.

El artículo considera también aquéllos que “conociendo y pudiendo remediar dicha condición de trabajo” que resulte en “peligro grave a la vida, salud o integridad física de los trabajadores”, y no haya controlado el factor de riesgo, estará igualmente sujeto a la posible pena. Los términos “conociendo y pudiendo remediarlo” pueden vincularse también a aquellos profesionales que hayan adquirido en su formación el conocimiento sobre el resguardo de la seguridad y salud de los trabajadores. En estos casos, recaen sobre estos profesionales, además de la responsabilidad penal, la responsabilidad profesional.

La atribución profesional de un ingeniero es adquirida durante su formación técnica en escuelas superiores y universidades; siendo así, se les confiere un título que les habilita profesionalmente y que les permite colegiarse en un órgano de representación de clase profesional. Es decir, además de las leyes ordinarias, esta clase profesional está regida por leyes específicas debido a su formación.

Por ello se puede demandar a los ingenieros por imprudencia profesional al exponer sus subordinados a actividades que presenten riesgos, como se constatan las siguientes referencias: Art. 42.1 de la Ley 35/1995 de Prevención de Riesgos Laborales – LPRL (España, 2011a); Art. 142, 316, 317 y 318 del Código Penal español (España, 2011e); Art. 1.902 del Código Civil español (España, 2012n); Art. 17 de la Ley de Ordenación de la Edificación Ley 38/1999 (España, 2012r); Art. 19 de la Ley 8.213/1991 (Brasil, 2011c); Art. 18 y 132 del Código Penal brasileño (Brasil, 2011d); y otras como las citada por CICCIP (2007).

El mismo razonamiento es aplicable al Código Penal brasileño (Brasil, 2011d) que establece en su Artículo 132 la punición a aquéllos que “expongan la vida de otro al peligro directo e inminente”, vinculada a la responsabilidad del profesional a través del artículo 18, párrafo II cuando procedente de impudencia, impericia o negligencia.

Estas son consideraciones que se hacen del texto legal a causa de una no conformidad que se pueda identificar en obra. No se pretende aquí, interpretar la Ley para los casos de accidentes laborales, tema que es complejo y que demanda amplio conocimiento jurídico. Aun así, es importante alertar a los profesionales del ámbito técnico de las implicaciones legales que el desarrollo de su labor puede alcanzar.

La responsabilidad de la empresa en cuanto a la PRL está claramente establecida en la Directiva 89/391/CEE (UE, 2011a) en el Artículo 5, apartado 1, que dice que “El empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores en todos los aspectos relacionados con el trabajo”. Se verifica en este punto, el direccionamiento de la responsabilidad a la persona del “empresario” y no solamente a la personalidad jurídica que representa la empresa.

Este criterio fue transpuesto al Derecho Español en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales - LPRL (España, 2011a) en su Artículo 15, apartado 1, que dice que “El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el artículo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:

- a) Evitar los riesgos;
- b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar;
- c) Combatir los riesgos en su origen.”

Este término deja claro que la responsabilidad no solamente está a cargo de la empresa, entidad jurídica, sino enfatiza la responsabilidad del empresario, quién puede sufrir la acción penal. Sobre la empresa recaen las responsabilidades en caso de materialización de daño, condición no exigida anteriormente.

Hasta ahora, el Método ERL facilitó un conjunto de datos que representan parcialmente las condiciones de trabajo. En el capítulo 5 se concluye la propuesta del análisis de las condiciones de trabajo a través de indicadores de seguridad.

El sistema de análisis facilitado por el Método ERL, como se ha comentado anteriormente, puede servir para la evaluación laboral de cualquier ambiente que demande el control efectivo de los riesgos de accidentes. Habiendo identificado aquellas condiciones que representan riesgos de accidentes, se hace necesario un procedimiento de control. La tercera parte del método propone el procedimiento de control de riesgos.

4.3.3. Procedimiento de control de riesgos - NC

El Procedimiento de control de riesgos – NC consiste en un método que estructura las acciones subsecuentes a la identificación de los factores de riesgos. Es la etapa siguiente al protocolo, y no depende del análisis de datos planteado por el Sistema ERL (figura 4.20). Es la etapa en la cual se realiza, efectivamente, el control de los factores de riesgos que puedan resultar en accidentes o incidentes.

El registro de las no conformidades y las medidas adoptadas para corregir los fallos identificados en la evaluación de riesgos, se convierte en un importante documento, que junto al protocolo de identificación de riesgos, comprueba que la empresa cumple con su deber de garantizar y resguardar la seguridad y salud de sus trabajadores.

El Procedimiento NC es un documento que debe ser rellenado al término de la aplicación del protocolo. Su utilización no depende del Sistema de análisis de datos – ERL. En él deben ser identificados cuáles son los requisitos (a través de la numeración “N” del Protocolo). A continuación, informar cuál es la no conformidad, especificando concretamente la irregularidad. La figura 4.21 presenta una tabla con una propuesta para el registro de dichas incidencias.

A continuación, se indica qué calificación recibió el requisito, si *DIS* o *RGI*. Este dato contribuye para establecer el orden de prioridades para solventar los problemas identificados en la obra. Para cada una de las no conformidades debe estar descrita cuál es la solución elegida para el control del factor de riesgo.

La determinación del responsable a cargo de la medida preventiva es importante para establecer concretamente quién o quiénes están involucrados en la implantación de la

acción preventiva. A continuación, debe ser establecida una fecha límite para la realización y/o implantación de las medidas preventivas, cuando, debe ser verificada la conformidad y eficacia de los cambios realizados. En caso de que no se haya logrado la implementación de las medidas preventivas, se debe volver a rellenar una nueva hoja de procedimiento de control de riesgos, resultante de un estudio sobre los factores que han impedido el control de la condición de riesgo.

Cabe destacar que, siempre que el protocolo identifique situaciones de riesgo grave e inminente, el área o la condición que facilite el factor de riesgo de accidente, debe, en caso del área, ser aislado, impidiendo el paso o acceso de las personas. Y en caso de una operación o actividad, ésta debe ser paralizada hasta que se implementen los cambios necesarios.



Figura 4.20 – Etapa 3: Procedimiento NC.

Como ya se ha expuesto, la evaluación de riesgos debe ser realizada, primeramente, por ser una efectiva herramienta para el control de los factores de riesgo de accidentes, a parte de su exigencia legal. Siendo el Procedimiento de control de riesgos el documento final de la evaluación de riesgos de accidentes, es importante que esta evaluación no se considere como un aspecto negativo. Siempre que existan fallos, es importante que sean identificados y rectificados.

La evaluación de riesgos debe ser registrada y formar parte del histórico de documentación de la obra, por el periodo de tiempo que establece la legislación sobre la responsabilidad de la empresa por la obra. Deben formar parte de esta documentación, como mínimo, las etapas del protocolo, con el cual se identifican los factores de riesgos de accidentes, y el procedimiento de control de riesgos, donde se registran las medidas preventivas adoptadas para la eliminación de los factores de riesgos.

Para que se garantice la formalidad de la evaluación de riesgos, es necesario que los responsables de la obra, y directamente los responsables de las áreas afectadas, tengan conocimiento de las incidencias.

A continuación se presentan los ajustes necesarios para la adecuación del método al ambiente laboral donde se realizará la evaluación de riesgos de accidentes.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE RIESGOS de las NO CONFORMIDADES - NC

Obra:	Fecha:
Jefe de obras:	Jefe de ejecución:
Encargado:	Técnico de PRL:

N (Req)	No conformidad	Calificación (DIS o RGI)	Solución	Responsable	Fecha límite	Situación	
						Irregular	Regularizada
1.4	<i>El técnico responsable del lanzamiento de las dovelas no está presente en el turno nocturno</i>	RGI	<i>Asignar rotación entre los técnicos para que las actividades sean dirigidas adecuadamente.</i>	Jefe de obra		<i>(Pasada la fecha límite, verificar la situación de la NC)</i>	
12.1	<i>El montaje de la ferralla puede ser transferido al nivel del suelo</i>	DIS	<i>Estructurar procedimiento para montaje de la ferralla, determinando el área, la maquinaria y el equipo de trabajo.</i>	Responsable de producción		<i>(Pasada la fecha límite, verificar la situación de la NC)</i>	

VºBº

Jefe de obras:	Encargado:	Técnico de PRL:
----------------	------------	-----------------

FUENTE: Adaptado de Barkokébas *et al.*, 2002.

Figura 4.21 – Procedimiento NC.

4.3.4. Consideraciones sobre el Método ERL

El Método está estructurado para que se ajuste a las particulares de la obra, como son tipo, tipología estructural, procedimiento constructivo, maquinarias y jurisdicción. Estas características permiten la adecuación del método a la realidad de la obra.

a) Ajustes requeridos para la implantación del Método

De acuerdo con el método constructivo, debe ser realizada una revisión del Protocolo OC/PV para verificar su consistencia en relación al que se ejecuta en obra. También debe ajustarse al ordenamiento legal de la región donde se ubica la obra, para que los resultados de las referencias normativas sean aquéllas de interés de la dirección de obras. También la información sobre las infracciones y sanciones de otro ordenamiento jurídico es importante desde el punto de vista práctico, ya que el objetivo es la minimización del riesgo de accidente.

b) Etapas de implantación del Método

En resumen, la implantación del Método ERL está compuesto de dos etapas (figura 4.22). La primera identifica y evalúa los factores de riesgos haciendo uso del Protocolo y del Sistema. La segunda etapa realiza el control de los problemas identificados anteriormente, lo equivalente al Procedimiento NC.

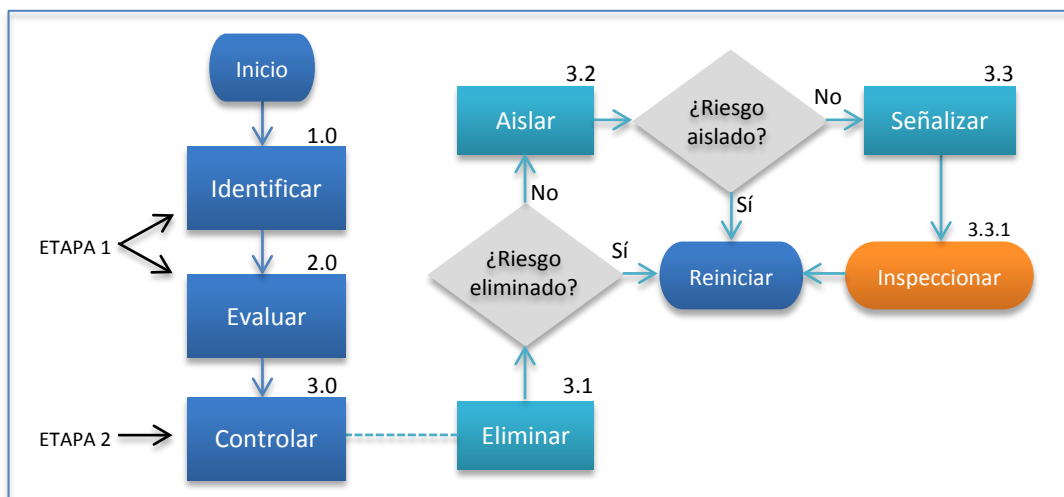


Figura 4.22 – Flujo de acción-decisión.

El control de los riesgos está diseñado con un flujo de toma de decisión, que prioriza la siguiente secuencia de acción: la eliminación del factor de riesgo, el aislamiento y, en último caso, la señalización. El cambio de un paso al otro debe realizarse con un análisis de todas las condiciones técnicas y de organización, para que la solución adoptada esté siempre del lado de la seguridad.

El Procedimiento NC cumple esta etapa de control. Cabe destacar, que si no es posible eliminar o aislar el factor de riesgo, la señalización debe ser inspeccionada permanentemente respecto a su eficacia.

El ciclo de realización de las evaluaciones debe ser periódico. Esta práctica resultará en el control sobre las condiciones de trabajo. Se recomienda que el reinicio de cada ciclo sea mensual, aunque el periodo de tiempo debe ser establecido según las necesidades específicas de cada obra.

4.4. Conclusiones

Este capítulo presenta una revisión de literatura sobre métodos para la evaluación de riesgos y un análisis de sus impactos en el control de riesgos de accidentes en obras de construcción. Se constató que no existe en la literatura académica una metodología de análisis exhaustiva de las condiciones de trabajo que puedan derivar en graves accidentes en las obras de construcción.

Con vistas a la aplicación práctica, integrando el análisis de los métodos constructivos y la legislación de PRL, se estructuró el Método ERL presentado en este capítulo 4, cumpliendo el objetivo global de este trabajo y, en concreto, los objetivos que se comentan a continuación:

- El Protocolo OC/PV ha sido estructurado en base a un exhaustivo análisis técnico de las circunstancias en obra que puedan originar accidentes laborales; y a través de un profundo estudio de los marcos legales europeo, español y brasileño. Como resultado el apartado 4.3.1 y subapartados 4.3.1.2 y 4.3.1.2 presentan el protocolo para la evaluación de riesgos de accidentes laborales, alcanzando lo propuesto en los objetivos 1 y 2 de este trabajo.
- El protocolo consiste en un esquema para la identificación de los factores o condiciones en la obra que puedan contribuir con un accidente. Este esquema está diseñado según las actividades desarrolladas en las obras de construcción de puentes y viaductos divididas de acuerdo con los grupos de actividades y objetos de evaluación. La sistemática de un protocolo para identificar las irregularidades en el ambiente laboral facilita el reconocimiento del nivel de gravedad de estas irregularidades y cuáles son los trabajadores expuestos a ellas. Los resultados de estos puntos están presentados en el apartado 4.3.1 y subapartados desde el 4.3.1.2 hasta el 4.3.1.5, logrando el tercer objetivo.
- Otro objetivo de este trabajo es disponer de un sistema para el análisis de las informaciones generadas por la aplicación del protocolo presentado en el apartado 4.3.2. El sistema procesa los datos estructurando los resultados a través de indicadores que:
 - Determinan cuántos y cuáles son los factores de riesgo y cuáles son las áreas con mayor probabilidad de que sucedan accidentes o incidentes.
 - Dan conocimiento de las normativas en discordancia, su nivel de infracción y calcula el pasivo en multa a que podría estar expuesta la empresa constructora.

- Cuantifican e identifican los trabajadores expuestos a la probabilidad de accidentarse, y establece un índice que determina el nivel de seguridad de la obra, permitiendo el seguimiento de las condiciones de trabajo a lo largo de la obra, y la comparación entre obras de la misma empresa.
- La aplicación del Protocolo OC/PV aporta un nuevo modelo para la realización de evaluaciones de riesgos de accidentes, que consiste en el análisis de riesgo macro, evaluando los procedimientos constructivos y los posibles factores de riesgos asociados a la puesta en práctica de estos procedimientos. El resultado de este planteamiento se encuentra en el apartado 4.3.1 y el subapartado 4.3.1.3 alcanzando el quinto objetivo de este trabajo.
- Entre los resultados del protocolo está la lista de irregularidades de la obra que contribuyen con el factor riesgos de accidente. Por tanto es indispensable la toma de decisión para el control de estos factores de riesgos. En este sentido el sexto objetivo procura estructurar un plan de acción que sistematice qué debe ser ejecutado y por quién, estableciendo las medidas preventivas y los responsables por su ejecución. El resultado de este objetivo se encuentra en el apartado 4.3.3.

En resumen este trabajo aporta un método para la evaluación de riesgos que permite identificar, evaluar y controlar las circunstancias que puedan originar accidentes e incidentes, y establece un índice para el seguimiento del nivel de seguridad de la obra. Cabe resaltar que la implantación del Método también contribuye a consolidar el servicio de prevención propio de la empresa constructora.

Se concluye que este trabajo aporta una importante herramienta para la evaluación de riesgos de accidentes en obras de construcción, a través de un modelo de control sistemático de las condiciones de trabajo. Este trabajo contribuye a la literatura académica y, con más propiedad con el sector productivo, como una opción a la prevención de riesgos de accidentes laborales en obras de construcción.

Hasta ahora, el Método ERL ha facilitado un conjunto de datos que representan parcialmente las condiciones de trabajo. El capítulo 5 concluye la propuesta del Sistema presentando los indicadores de seguridad que permiten la determinación del nivel global de la seguridad de la obra.

5. INDICADORES DE SEGURIDAD

5.1. Introducción

Este capítulo presenta los indicadores de seguridad facilitados por el Método ERL. A través del Sistema ERL, se propone un conjunto de indicadores que sirve para medir y comparar los resultados de la evaluación de riesgos. Los indicadores califican y ordenan las informaciones extraídas del ambiente laboral, permitiendo el análisis de una o más obras a lo largo del tiempo.

También se presenta en este capítulo un modelo para la definición de un único índice que permita caracterizar la seguridad laboral de un determinado ambiente de trabajo. El nombrado índice de seguridad global (I_s) es un indicador que, asociado a un rango de clasificación, indica cuál es el nivel de seguridad de la obra.

Los límites que componen el rango de seguridad fueron determinados a través de un estudio de distribución probabilística del patrón de comportamiento de obras evaluadas previamente al desarrollo de este trabajo. También se presenta el estudio paramétrico del modelo que determina la influencia de los parámetros en el I_s . El capítulo concluye con la presentación del estudio de sensibilidad del I_s .

5.2. Indicadores básicos de seguridad

Los indicadores tradicionales de seguridad y salud laboral son respecto a los accidentes y enfermedades laborales, es decir, cuando se ha materializado el daño. La relación entre el número de sucesos y las horas trabajadas da origen a la tasa de frecuencia. Si los hechos se relacionan con el número total de trabajadores, se obtiene la tasa de incidencia, y finalmente, la tasa de gravedad que está relacionada al número de días perdidos de trabajo con la cantidad total de tiempo trabajado (ILO, 2012).

Estos son datos para un análisis macro de la seguridad y salud. Aquí se proponen indicadores para una evaluación detallada de las condiciones de trabajo. Se trata de identificar aquellas situaciones que pueden llevar a la materialización del daño, y así, permitir su control. Consecuentemente, los indicadores pueden establecerse como referencia al seguimiento de los factores de riesgos. Los indicadores se calculan desde la calificación de los requisitos que, a su vez, da origen a los datos cuantitativos y al Índice de seguridad global.

El Sistema ERL procesa las informaciones del protocolo (subapartado 4.3.1) aplicado *in situ*. Los datos se presentan como muestra la figura 5.1. El número total de requisitos se representa con n_T que, en el Protocolo OC/PV, es de 125. El total de los requisitos evaluados en obra (Iq) es igual al sumatorio de todos los requisitos válidos, es decir, el sumatorio de n_{NA} , n_{CO} , n_{DIS} y n_{RGI} . Los requisitos inválidos, sucedidos por un error al rellenarse el protocolo, son indicados como *Req. nulos*.

F. Indicadores										
n_T		125								
F1. Cuantitativo										
Iq		Iq_{AP}				Iq'		I_p		I_p'
Req nulos	0							Req nulos	0,0%	
n_{NA}	19							$I_{P_{NA}}$	15,2%	
n_{CO}	98							$I_{P_{CO}}$	78,4%	
n_{DIS}	8	Iq_{AP}	106	85%	Iq'	8	$I_{P_{DIS}}$	6,4%	6,4%	
n_{RGI}	0							$I_{P_{RGI}}$	0,0%	
Iq	125							I_p	100,0%	

Figura 5.1 – Resumen de los indicadores cuantitativos en el Sistema ERL.

El Protocolo OC/PV está estructurado para evaluar la totalidad de actividades en una obra de construcción de puentes y viaductos. Al aplicarlo, algunas de las actividades no estarán ejecutándose, llevando a que las respectivas cuestiones no tengan validez en el análisis (registradas con *NA*). Dichos valores son extraídos del universo de 125 existentes, obteniéndose el conjunto de datos que formará la muestra a ser estudiada, el Iq_{AP} (ecuación 5.1). Este dato permite identificar la consistencia del protocolo sobre las actividades evaluadas.

$$Iq_{AP} = Iq - n_{NA} \quad [5.1]$$

$$Iq' = n_{DIS} - n_{NA} \quad [5.2]$$

Del total de los requisitos válidos (Iq_{AP}), se extraen los requisitos conformes (n_{CO}), restando los requisitos no conformes (Iq'), que es la suma de los requisitos disconformes (n_{DIS}) y riesgo grave e inminente (n_{RGI}), según se observa en la ecuación 5.2.

La representación en porcentaje de los datos (I_p) permite una evaluación general sobre la seguridad de la obra. No obstante, aún en el caso de que n_{RGI} sea mínimo, deberá siempre recibir especial atención debido a su gravedad. A continuación, los requisitos no conformes (Iq') son distribuidos según los grupos que clasifican las actividades en el protocolo (figura 5.2). Son 15 los grupos como se ha comentado en el apartado 4.3.1.

F2. Distribución No Conformidades y Exposición del Trabajador por Grupo							
N	Grupos requisitos	No conformidades por grupo			Exposición del trabajador		
		n'_{DIS}	n'_{RGI}	II'	Ex'_0	Ex'_1	
1	Gestión	2	0	2	0	2	
2	Organización de la obra y condiciones de trabajo	1	0	1	1	0	
3	Protecciones contra caídas de materiales y personas	1	0	1	1	0	
4.a	Maquinaria y herramientas en general	1	0	1	0	1	
4.b	Maquinaria de trabajo en altura	0	0	0	0	0	
5	Andamios	0	0	0	0	0	
6	Instalaciones eléctricas y soldaduras	0	0	0	0	0	
7	Equipos de Protección Individual - EPI	0	0	0	0	0	
8	Estructuras	1	0	1	1	0	
9	Excavaciones y cimentaciones	0	0	0	0	0	
10.a	Montaje y desmontaje de cimbras	0	0	0	0	0	
10.b	Cimbras: convencional y porticada	1	0	1	1	0	
11	Encofrado y desencofrado	0	0	0	0	0	
12	Ferrallado y hormigonado	1	0	1	1	0	
13	Tesado de la armadura activa	0	0	0	0	0	
14	Elementos prefabricados	0	0	0	0	0	
15	Elementos especiales	0	0	0	0	0	
Σ		8	0	8	5	3	
F3. Exposición del trabajador							
Exposición trabajador		Ex_0	Ex_1	Ex'_0	Ex'_1		
		90	35	5	3		

Figura 5.2 – Distribución por grupo y tipo de exposición de los Iq' .

Esta clasificación permite identificar cuáles son las áreas con problemas, siendo posible orientar las medidas preventivas. La figura 5.2 muestra, el cuadro que registra el indicador sobre el tipo de la exposición de los trabajadores, discutido en el apartado 4.3.2.2.

El análisis de los indicadores cuantitativos enseña, hasta el momento, cuántos son los problemas identificados en obra y dónde se originan. A partir de estos datos se propone un cálculo que determine un índice de referencia de seguridad global.

5.3. Modelo para la definición del Índice de seguridad global (I_s)

No existe en la literatura un modelo que proponga indicadores que caractericen en un único parámetro el grado de seguridad global del ambiente laboral. El índice de seguridad (I_s) traduce la realidad de las condiciones de trabajo, resaltando el nivel de gravedad de los factores que pueden contribuir a un accidente grave.

El I_s es un concepto que expresa un valor numérico resultante de la medición de la magnitud del riesgo de accidentes en relación a una unidad. El valor numérico se calcula a

través de los *indicadores básicos de seguridad* facilitados por la evaluación, considerando a la vez el factor de riesgo real y el factor de riesgo potencial.

La determinación de la unidad del I_s , se hizo sencillamente estableciendo una escala de medición con unos límites que determinan la clasificación de los valores numéricos. En la práctica, el I_s genera una alerta sobre el estado de la seguridad de la obra, clasificándola en estado óptimo, moderado, importante o crítico. La clasificación es explicada en el apartado 5.4.

A partir de esta referencia, el tomador de decisiones define el nivel de actuación que requiere el proceso constructivo. Esta clasificación, o las áreas de influencia que determinan el estado de seguridad, serán discutidas en el apartado 5.4. El I_s se calcula a través de la ecuación 5.3, a partir de las variables independientes: índice básico (I_b), coeficiente de error (φ_e) y el coeficiente de parcialidad (φ_p).

$$I_s = I_b \cdot \varphi_e \cdot \varphi_p \quad [5.3]$$

El índice básico calcula la relación entre los requisitos no conformes y los requisitos que aplican, considerando el peso según la gravedad de cada requisito. Los coeficientes de error y de parcialidad son coeficientes de minoración. Consideran factores que pueden interferir en el índice básico.

El primero estima el posible error de evaluación en el análisis *in situ*, y enfatiza el riesgo inminente de un accidente grave, siempre que sea verdadera esta condición. Y el segundo relaciona la parte del protocolo evaluada, en caso de aplicación del *tipo por actividad* (subapartado 4.3.1.5).

El I_s tiene como ventajas, en primer lugar, que informa el grado de riesgo de accidentes graves, alertando sobre la clase de intervención requerida por el proceso constructivo. Adicionalmente, proporciona el seguimiento de la seguridad de la obra a lo largo del tiempo. Este seguimiento permite analizar la evolución del nivel de riesgo según las fases de construcción, pudiendo establecer cuál de ellas resulta ser más peligrosa.

También puede determinar qué tipología estructural es más segura, y que método constructivo resulta ser más eficaz para la protección de los trabajadores. La definición de cada uno de los parámetros que componen el I_s se explica a continuación.

El rango del I_s se limita a los valores de 0 a 1. Cero representa la condición más desfavorable en relación a la seguridad de la obra, indica que las condiciones de trabajo presentan un alto riesgo de accidente, a la vez que uno indica que los factores de riesgos están bajo control.

5.3.1. Índice básico

El primer factor de la ecuación 5.3 se define Índice básico (I_b). Consiste en determinar la relación entre los factores de riesgos identificados en obra y las condiciones con el potencial de convertirse en riesgos de accidentes. Se calcula sencillamente relacionando los requisitos no conformes con los requisitos que aplican, considerando el peso de cada requisito según su gravedad.

El I_b relaciona el valor de riesgo real (V_r) con el valor de riesgo potencial (V_p). El V_r se calcula a través de la fracción de los requisitos no conformes en relación al total de requisitos del protocolo. El V_p , por su vez, incluye los requisitos conformes a la misma estructura de cálculo del V_r .

El cociente entre V_r y V_p , sustraído de uno es igual al I_b . Se determina que cuanto más próximo a uno, mejor es el funcionamiento de la seguridad en la obra. El índice básico se calcula como indica la ecuación 5.4.

$$I_b = 1 - \frac{V_r}{V_p} \quad [5.4]$$

a) *Valor de riesgo real*

El cálculo del valor de riesgo real (V_r) se limita a los requisitos (Req) que representan condición real de riesgo, es decir, los Req clasificados *DIS* o *RGI* en la evaluación realizada *in situ*.

Cada requisito del protocolo inserido en el Sistema ERL está relacionado con una numeración $i = 1..n_T$. Luego, cada Req_i asume una fracción equivalente (f_i), que se presenta en la ecuación 5.7. El V_r es igual al sumatorio de f_i , para todo i , tal que Req sea igual a *DIS* o *RGI* (ecuación 5.5).

$$V_r = \sum_{i=1}^{125} f_i \quad \forall i: Req = DIS \text{ o } RGI, \quad [5.5]$$

donde $i = 1..n_T$ son los requisitos del protocolo.

El valor de riesgo potencial tiene estructura similar al V_r , como se explica a continuación.

b) *Valor de riesgo potencial*

Admitiendo que los requisitos *CO* de una evaluación tienen el potencial, de en algún momento convertirse en una irregularidad, se considera que el *valor de riesgo potencial* (V_p), es además de los requisitos no conformes, también los requisitos conformes.

El cálculo del valor potencial - V_p es similar al del V_r pero considera todos los requisitos que tienen el potencial de representar una condición de riesgo. Luego, su cálculo (ecuación 5.6) admite las f_i de cada Req_i que sea igual a *CO*, *DIS* o *RGI*.

$$V_p = \sum_{i=1}^{125} f_i \quad \forall i: Req = CO, DIS \text{ o } RGI, \quad [5.6]$$

donde $i = 1..n_T$ son los requisitos del protocolo.

c) *Relación entre V_r y V_p*

El V_r es el valor numérico que representa las situaciones irregulares en la obra según la evaluación de riesgos. Se puede afirmar que este valor cuantifica el conjunto de situaciones que pueden contribuir directamente para la materialización de un accidente grave.

A la vez que el V_p caracteriza el conjunto de circunstancias que componen las condiciones de trabajo identificadas *in situ*. Consecuentemente se obtiene un valor representativo del conjunto de situaciones en obra que, tal como en V_r , pueden contribuir directamente para la materialización de un accidente grave, y también aquéllas que están controladas pero que pueden convertirse en un factor de riesgo en dado momento.

Una vez que, el V_r es igual al sumatorio de los Req_i igual a *DIS* o *RGI*, y que el V_p es igual al sumatorio de los Req_i igual a *CO*, *DIS* o *RGI*, se constata que V_r será siempre menor o igual a V_p .

Finalmente la relación V_r/V_p representa la fracción del riesgo real de accidente sobre la situación potencial de riesgo. Es decir, la parcela de los requisitos no conformes sobre los requisitos que aplican, o la parte que representa los factores de riesgos en situación global de la en obra. Los V_r y V_p se calculan a partir de la fracción equivalente que se explica a continuación.

d) *Fracción equivalente*

El cálculo de la *fracción equivalente* f (ecuación 5.7) se realiza a través del cociente entre el peso del requisito (P) y el número total de requisitos (n_T). El n_T puede variar según el tipo de protocolo adoptado para la evaluación de riesgos a ser implantada. Para el caso de este trabajo, el n_T es igual a 125 que es la cantidad de requisitos del Protocolo OC/PV.

$$f_i = \frac{P_i}{n_T} \quad [5.7]$$

donde $i = 1..n_T$ son los requisitos del protocolo.

i. *Definición n_T*

El valor de la fracción f debe ser siempre calculado en relación al número total de requisitos del protocolo (n_T) establecido para determinada evaluación de riesgos. La f_i representa la parte del Req_i en el total de requisitos que deben ser evaluados *in situ*, es decir, en este momento no importa la clasificación que recibe el Req sino la cantidad de ítems verificados.

En el caso de que se considerara el I_{qAP} y no el n_T , la f_i no sería representativa en relación al conjunto de situaciones que deben ser comprobadas, permitiendo la fluctuación del valor de la fracción. De este modo, habría dos consecuencias directas, primero, se podría enmascarar la evaluación, ya que se daría margen para que no se evaluaran todos los requisitos del protocolo, una vez que esta condición no impediría llegar a un valor para I_s .

Y segundo, las evaluaciones a lo largo del tiempo, de una misma obra con un mismo protocolo darían lugar a resultados distintos. Consecuentemente, los datos no presentarían el rigor necesario para una comparación fiable.

Pero, si por un lado el f_i se calcula con base en el total de requisitos, por otro el cálculo de los valores de riesgos (V_r y V_p) está condicionado a excluir los Req_i nulos y los NA. Por tanto se constata que f_i es constante para todos los Req_i , de un mismo protocolo. Los cálculos de V_r y V_p son los que compensan la inclusión de los Req nulos y NA en la f_i .

En definitiva, los valores de f_i son constantes para cada Req_i . La definición del n_T se justifica por reforzar la importancia de verificar todos los requisitos del protocolo, y para garantizar la fiabilidad de los datos como referencia para la comparación entre las evaluaciones.

ii. Definición P

Para asignar la diferencia entre las dos categorías adoptadas para los requisitos, grave (g) y muy grave (mg), se estableció la clasificación por pesos (P). Su determinación se hizo en base a estudios que realizan análisis sobre la severidad de exposición a riesgos, como es el de Gangoellés *et al.* (2010), y contrastando en base al conocimiento empírico adquirido (VÉRAS, *et al.*, 2000; 2003; 2006).

El peso en este trabajo es una de las dos variables independientes de la fracción equivalente f_i . Cuando i equivale a un requisito g , el P es igual a 3, y cuando i equivale a un requisito mg , el P es igual a 5 (tabla 5.1).

Tabla 5.1 – Peso de los requisitos.

Pesos de los requisitos según gravedad			
Requisito	Gravedad		Peso (P)
Req	grave	g	3
	muy grave	mg	5

Como se ha comentado en el ítem anterior, las fracciones f_i de un conjunto n_T de requisitos asumirán siempre dos valores constantes según el P_i equivalente al Req_i .

El método de cálculo que presenta este trabajo para definir el I_s está estructurado de manera que permite su adaptación a un protocolo con n_T distinto al del Protocolo OC/PV, y también, los valores de los pesos. Ellos pueden ser cambiados libremente, siempre que el peso del requisito muy grave sea siempre mayor que el peso del requisito grave.

Eso es debido al hecho de que el valor que asumirá el I_s se ajustará normalmente a la escala de seguridad que se discute en el apartado 5.4.

5.3.2. Coeficiente error-gravedad

El I_b se calcula considerando los datos tomados *in situ*, es decir, se limita a la percepción del evaluador en la definición de la gravedad de las no conformidades. Esta característica no elimina un posible error del evaluador frente a una condición de riesgo grave e inminente.

En este sentido, como ya se ha explicado en el subapartado 4.3.2.4, se ha establecido una clasificación de gravedad para los 125 requisitos del Protocolo OC/PV. Cada Req_i está vinculado a uno de los dos niveles de gravedad, grave (g) o muy grave (mg). En este caso, se define que la adecuada relación entre los requisitos es que el requisito evaluado DIS tenga clasificación g , y el requisito RGI tenga clasificación mg .

Establecidos estos criterios, es posible evaluar la correlación entre los datos de la evaluación *in situ*, y la clasificación definida por el Sistema ERL, siendo posible identificar posibles incoherencias.

La combinación Req evaluado DIS y clasificado g , y Req evaluado RGI y clasificado mg , son consideradas evaluaciones aceptables. La combinación RGI y g es conservadora luego favorece la seguridad, por lo tanto también es aceptable.

No obstante la relación Req evaluado DIS y clasificado mg minimiza el factor seguridad. Para estos casos se ha establecido el *coeficiente de discrepancia* (n'_{mg}) que es sumatorio de los Req_i igual a DIS y mg . La ecuación para calcular el error que podría definirse, se muestra a continuación.

$$\varphi_e = 1 - \frac{V_r}{V_p} n'_{mg} \quad [5.8]$$

A pesar de que esta ecuación corrige los casos de posibles “errores” en la evaluación, no asume que los Req evaluados RGI son igualmente peligrosos. Debido a la gravedad que supone una situación de riesgo grave e inminente este factor debe incorporarse al *coeficiente de discrepancia*. Caso contrario, el cálculo del *coeficiente error-gravedad* omitiría en la determinación de las condiciones de riesgos reales identificadas *in situ*.

Dicha condición demanda un ajuste en la ecuación referente al número de requisitos RGI (n_{RGI}). El *coeficiente error-gravedad* (φ_e) se calcula como muestra la ecuación 5.9.

$$\varphi_e = 1 - \frac{V_r}{V_p} (n'_{mg} + n_{RGI}) \quad [5.9]$$

En definitiva, el φ_e se calcula multiplicando la fracción de los requisitos no conformes sobre los requisitos que aplican (V_r/V_p), por el número de situaciones potencialmente peligrosas ($n'_{mg} + n_{RGI}$). Considerando que uno indica que el error no existe, la diferencia con este valor resulta en el valor numérico de φ_e .

5.3.3. Coeficiente de parcialidad

El coeficiente de parcialidad es el segundo coeficiente de minoración para el cálculo del *índice de seguridad*. Debe ser considerado cuando la evaluación es del *tipo por actividad* (subapartado 4.3.1.5). El *coeficiente de parcialidad* (φ_p) es calculado considerando el número de actividades evaluadas (n_{AA}) y el número de actividades en ejecución (n_{AE}) en obra (ecuación 5.10).

$$\varphi_p = \frac{n_{AA}}{n_{AE}} \tag{5.10}$$

Este coeficiente está destinado a aquellas evaluaciones realizadas para el análisis de un ciclo completo de una actividad u operación. El φ_p estima la proporción de la actividad evaluada en relación al total que supone la ejecución de la obra. Consecuentemente se puede afirmar que la relación n_{AA}/n_{AE} indica la restricción de la evaluación de riesgos respecto a la evaluación del *tipo por obra*.

5.3.4. Representación de los indicadores en el Sistema ERL

El Sistema ERL procesa los datos de la evaluación de riesgos alcanzando los indicadores propuestos por este trabajo. A modo de ejemplo la figura 5.3 muestra cinco ítems del protocolo elegidos aleatoriamente (1.1, 1.4, 1.11, 2.5 y 4.3). El requisito 2.5 se refiere a un tema no existente en el ambiente laboral evaluado, consecuentemente, es nulo para el cálculo del índice de seguridad.

D. Protocolo OC/PV y Sistema ERL													
Bloque A: Requisitos básicos de evaluación													
n	N	Requisitos	Calificación (Req)				Gravedad			Índice básico			
			NA	CO	DIS	RGI	Grav	g'	mg'	n'_mg	Vp	Vr	
1	1	Gestión	NA	CO	DIS	RGI	Grav	0	2	n'_mg	Vp	Vr	
1	1.1	¿Ha sido elaborado y aprobado por la dirección de la obra un plan de seguridad y salud en el trabajo, y está actualizado y de acuerdo con las operaciones realizadas en obra?	1				mg		0	0	0,0400		
4	1.4	¿Son todas las operaciones realizadas sobre la dirección de técnico responsable , en especial las que se ejecutan en el periodo nocturno?	1				mg		1	1	0,0400	0,0400	
11	1.11	¿Incluyen los contratos con los subcontratistas cláusulas donde se refleje la responsabilidad en preservar la seguridad y salud de los trabajadores?	1				g		0		0,0240		
19	2.5	¿Hay iluminación adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural?	1				mg		0	0			
33	4.3	¿Está la maquinaria sujeta a comprobaciones periódicas y los resultados de las comprobaciones documentados? Y ¿posee cada maquinaria un libro de mantenimiento y éste se encuentra actualizado?	1				B		1		0,0240	0,0240	
125			19	98	8	0				6	3,936	0,288	

Figura 5.3 – Procesamiento de datos para cálculo del índice global.

Los ítems 1.1 y 1.11 recibieron la clasificación *CO*. Consecuentemente no asumen datos de gravedad (g' o mg'), pero forman parte del cálculo del V_p . Luego se procesan las fracciones equivalentes (f) como indica la columna V_p . Los ítems 1.4 y 4.3 fueron clasificados *DIS*, luego se calcula la fracción equivalente para el V_r y V_p . Como se ha comentado, los valores de f son constantes siempre que el requisito tenga el mismo peso P . Los pesos, están condicionados al nivel de gravedad del requisito que se indica en la columna *Grav* de la figura 5.3.

Considerando que n_T es igual a 125, y que todos los requisitos están evaluados, el sumatorio de las *fracciones equivalente*, de los requisitos que aplican, es igual al V_p , luego igual a 3,936. El V_r asume valor igual a 0,288, y tal como indica la Figura 5.4, el I_b es igual a 0,927. El *coeficiente de error-gravedad* es igual a 0,561, y como esta es una evaluación del tipo por obra, el *coeficiente de parcialidad* es igual a uno.

F7. Evaluación Global							
Índice básico		Error		Parcialidad		Índice de Seguridad	
V_r	0,288	n_{RGI}	0	n_{AA}	1	I_s	0,52
V_p	3,936	n'_{mg}	6	n_{AE}	1		crítico
I_b	0,927	φ_e	0,561	φ_p	1,000		

Figura 5.4 – Resultado de los parámetros para cálculo del I_s .

Siendo el *índice de seguridad* igual al producto entre el *índice básico*, el *coeficiente de error-gravedad* y el *coeficiente de parcialidad*, su resultado en esta evaluación es igual a 0,52. Este valor asume que la obra está en estado crítico de seguridad. Los resultados de esta evaluación se discuten en el capítulo 6. Y la determinación del rango que define el estado de seguridad de la obra se presenta a continuación.

5.4. Determinación del rango de I_s

El rango del índice de seguridad global I_s es un conjunto de valores que correlaciona las condiciones de trabajo evaluadas *in situ* con un criterio de clasificación. Éste se limita a los valores de 0 a 1. Como se ha comentado anteriormente, cero indica que las condiciones de trabajo representan un alto riesgo de accidente, a la vez que uno indica que los factores de riesgos están bajo control.

El rango se divide en cuatro clases: óptimo, moderado, importante y crítico. Siendo el estado *óptimo* relacionado con uno, y el *crítico* de un intervalo desde un valor x (a determinarse en este apartado) hasta cero.

La cuestión en este momento es a partir de qué criterio se pueden determinar los valores que delimiten las distintas clasificaciones para el I_s . La solución adoptada ha sido identificar cuál es el patrón existente en las obras de construcción. En base a este criterio los valores serán representativos de la realidad de las condiciones de trabajo.

Para ello, ha sido estudiada la base de datos del grupo de investigación al que pertenece el autor. Las obras que componen la base de datos fueron evaluadas a lo largo de siete años, indicando cada evaluación cuál era el número de situaciones disconformes (n_{DIS}) y de riesgo grave e inminente (n_{RGI}).

Aunque el método adoptado en aquel momento era distinto del propuesto por este trabajo, los datos son representativos de condiciones reales de riesgos en las obras de construcción, llevando a resultados consistentes para su adopción como referencia. En total fueron analizadas 586 evaluaciones de riesgos (N) en 95 obras de 6 empresas. Los datos fueron analizados en dos grupos, uno con el número de disconformes n_{DIS} y otro con el número de situaciones de riesgo grave e inminente n_{RGI} .

Cuando se dispone de un gran número de resultados se pueden apreciar mejor los datos construyendo una distribución de frecuencias, también llamada histograma. El histograma indica la frecuencia de repeticiones de las observaciones en el conjunto. Los números fueron analizados como muestra la tabla 5.2. El menor valor para n_{DIS} igual a cero, y el mayor igual a 35. Fue por lo tanto conveniente clasificar las observaciones en 35 intervalos, cada uno de los cuales cubriendo un rango h de una unidad.

El primer intervalo será el correspondiente a la frecuencia de evaluaciones con n_{DIS} igual a cero, el segundo con n_{DIS} igual a uno y así sucesivamente hasta el último intervalo equivalente a la cantidad de evaluaciones con n_{DIS} igual a 35. Como en este caso todos los intervalos tienen una amplitud igual a 1, la frecuencia n_i del i -ésimo intervalo, $i = 1, 2, \dots, 35$, es directamente proporcional a la altura de la ordenada sobre el eje vertical. En el primero intervalo ($i = 1$), se encontró una frecuencia de 41 casos (n_1), es decir, 41 evaluaciones de riesgos correspondieron a n_{DIS} igual a cero.

El cociente entre la frecuencia (n_i) y el total de observaciones (N) es igual a la frecuencia relativa (n_i/N). Luego la frecuencia relativa f_1 ($41/586$) es igual a 0,070. Los demás valores se presentan en la tabla 5.2. Luego, el área del rectángulo correspondiente al i -ésimo intervalo de este histograma es igual a la frecuencia relativa n_i/N de los valores que ocurren en dicho intervalo.

Resumidamente, siendo h igual a uno, la probabilidad P de que se realicen evaluaciones de riesgos con n_{DIS} igual a cero es igual a la frecuencia relativa f_1 . El estudio detallado de la relación entre la frecuencia relativa y la probabilidad se encuentran en bibliografías específicas como son la de Box et al. (2008) y Canavos (1988). El histograma de frecuencia relativa se construye graficando en el eje vertical la frecuencia relativa y en el eje horizontal los intervalos de clase, como muestra la figura 5.5.

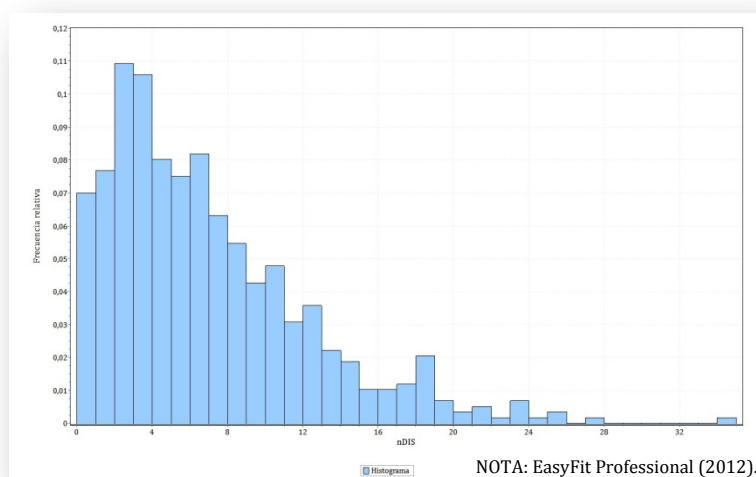


Figura 5.5 – Frecuencia relativa n_{DIS} .

Tabla 5.2 – Frecuencia de n_{DIS} .

N_{DIS}		
$N=586$		
<i>Clase</i> <i>(i)</i>	<i>Frecuencia</i> <i>(n_i)</i>	<i>Frec. Relativa</i> <i>(n_i/N)</i>
0	41	0,070
1	45	0,077
2	64	0,109
3	62	0,106
4	47	0,080
5	44	0,075
6	48	0,082
7	37	0,063
8	32	0,055
9	25	0,043
10	28	0,048
11	18	0,031
12	21	0,036
13	13	0,022
14	11	0,019
15	6	0,010
16	6	0,010
17	7	0,012
18	12	0,020
19	4	0,007
20	2	0,003
21	3	0,005
22	1	0,002
23	4	0,007
24	1	0,002
25	2	0,003
26	0	0,000
27	1	0,002
28	0	0,000
29	0	0,000
30	0	0,000
31	0	0,000
32	0	0,000
33	0	0,000
34	0	0,000
35	1	0,002
y mayor...	0	0,000

Se hizo el mismo procedimiento para el analizar el n_{RGI} . En el conjunto de datos n_{RGI} , el menor valor también fue igual a cero, y el mayor igual a 27, correspondiendo a éste el número de clases o intervalos, de manera que más un vez se obtenga una amplitud h igual a una unidad.

El análisis de las situaciones de riesgo grave e inminente muestra que hay un mayor control sobre estas situaciones en las obras. El mayor número de casos fue para n_{RGI} igual a cero ($i = 1$), con una frecuencia de n_1 igual a 158 evaluaciones en el primero intervalo, como muestra la tabla 5.3 . Este intervalo equivale a frecuencia relativa f_1 igual a 0,270, con probabilidad P de igual valor.

Tabla 5.3 – Frecuencia de n_{RGI} .

n_{RGI}		
$N=586$		
Clase (i)	Frecuencia (n_i)	Frec. Relativa (n_i/N)
0	158	0,270
1	119	0,203
2	79	0,135
3	65	0,111
4	56	0,096
5	29	0,049
6	22	0,038
7	15	0,026
8	8	0,014
9	4	0,007
10	8	0,014
11	8	0,014
12	2	0,003
13	3	0,005
14	0	0,000
15	2	0,003
16	2	0,003
17	0	0,000
18	2	0,003
19	1	0,002
20	1	0,002
21	0	0,000
22	0	0,000
23	0	0,000
24	0	0,000
25	0	0,000
26	1	0,002
27	1	0,002
y mayor...	0	0

El segundo mayor número de casos se observa para n_{RGI} igual a uno, con una frecuencia de 119 y frecuencia relativa f_2 igual a 0,270 como señala el histograma para n_{RDI} de la figura 5.6.

Llegado a este punto, el objetivo del estudio de las frecuencias es identificar el comportamiento real de las obras de manera que se pueda determinar qué valores son aceptables para una definición coherente de los límites. Si bien, se podría elegir un valor dado (n_{DIS} o n_{RDI}) como límite para uno de los rangos de clasificación de seguridad, se optó por obtener los valores de n_{DIS} y n_{RDI} a través de la distribución de probabilidad.

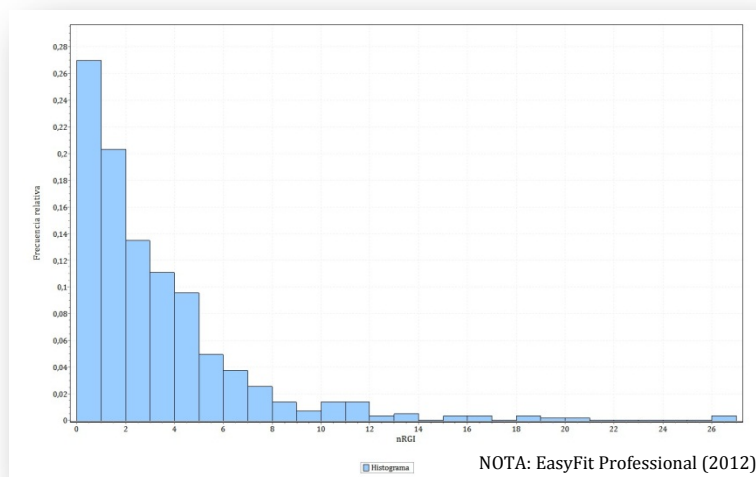


Figura 5.6 – Frecuencia relativa n_{RGI} .

Con la precisión del agrupamiento por intervalos, el *diagrama de frecuencias relativas* (o histograma) de una población dada total contiene toda la información posible relativa a la *probabilidad* de que un elemento de la población, seleccionado aleatoriamente, caiga dentro de un rango determinado, condición ésta que se denomina *distribución de probabilidad* (Box, et al., 2008).

La distribución de probabilidad se construye graficando en el eje vertical la densidad de probabilidad $p(y)$, y en el eje horizontal los intervalos de clases h . De manera resumida, la densidad de probabilidad, es decir, la ordenada del eje vertical $p(y)$, se obtiene dividiendo la probabilidad P (el área asociada a un intervalo dado, en estos casos es igual a n_i/N) por la amplitud del intervalo h .

Consecuentemente la densidad de probabilidad $p(y)$ es igual al área de cada rectángulo (probabilidad P), dividido por la longitud de cada clase igual a uno. De ello, se verifica que los valores de los ejes verticales de los histogramas de n_{DIS} y n_{RDI} son coincidentes con los valores de las densidades de probabilidad $p(y)$ y de la frecuencia relativa f_i .

Conforme se aumenta el número de repeticiones de evaluaciones de riesgos, la frecuencia relativa de los resultados se aproximaría al verdadero valor de la probabilidad para determinados n_{DIS} y n_{RDI} . Si la amplitud h del intervalo pasa de uno a un valor muy pequeño, la probabilidad P asociada al intervalo será también proporcionalmente más

pequeña, y el número de observaciones, la densidad de probabilidad $p(y) = P/h$ siempre será finita.

En el límite, cuando la amplitud del intervalo sea un infinitésimo, se puede imaginar que la población estará representada por una distribución de probabilidad continua (Box, *et al.*, 2008).

Cuando se utiliza una función matemática para representar esta distribución de probabilidad continua $f(x)$ cuya gráfica es la curva límite que se obtiene para un número muy grande de observaciones y para una amplitud de intervalo muy pequeña, esta curva es la *función de densidad de probabilidad* para una variable aleatoria continua, ya que la escala vertical se ha elegido de manera que el área total bajo la curva es igual a uno (Canavos, 1988). A través de la utilización de un software para ajuste de distribución (EasyFit – MathWave), fueron identificadas las curvas según la función matemática empleada.

Para garantizar una prueba con una cantidad mayor de funciones matemáticas, los valores de las observaciones fueron incrementados en una unidad. Eso es debido al hecho que tanto para n_{DIS} como para n_{RGI} existen observaciones que tienen como resultado igual a cero.

Este artificio, en la práctica, llevará a variables incrementadas en una unidad, así que el resultado final debe ser reducido en uno. Igualmente los valores del eje horizontal están incrementados en una unidad en los gráficos de las curvas que se presentan a continuación. El software aplicó 60 diferentes funciones matemáticas en el conjunto de datos para n_{DIS} . Se adoptó la curva representada por la función de *Log-Pearson 3* como muestra la figura 5.7.

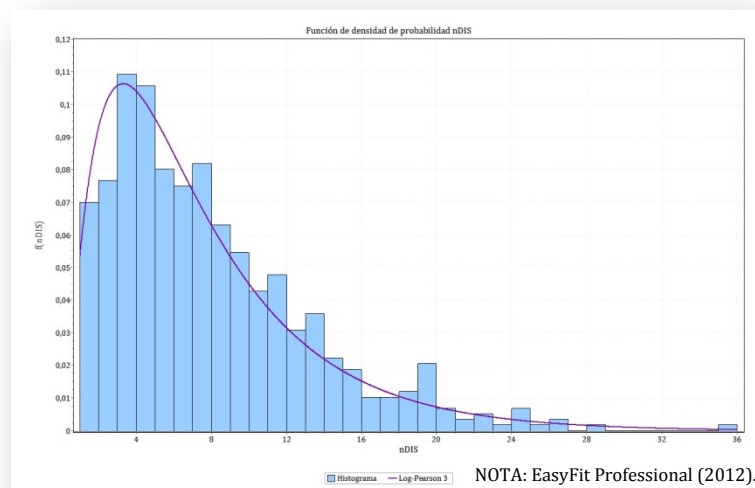


Figura 5.7 – Función de densidad de probabilidad n_{DIS} .

Según la *prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov Smirnov* la diferencia entre la curva resultante de *Log-Pearson 3* y las cuatro siguientes indicadas como de mejor ajustes (figura 5.8: “a” Johanson SB, “b” Gamma, “c” Inv. Gaussian-3P y “d” Lognormal-3P), es muy pequeña, luego no tiene gran impacto en el resultado final de variable.

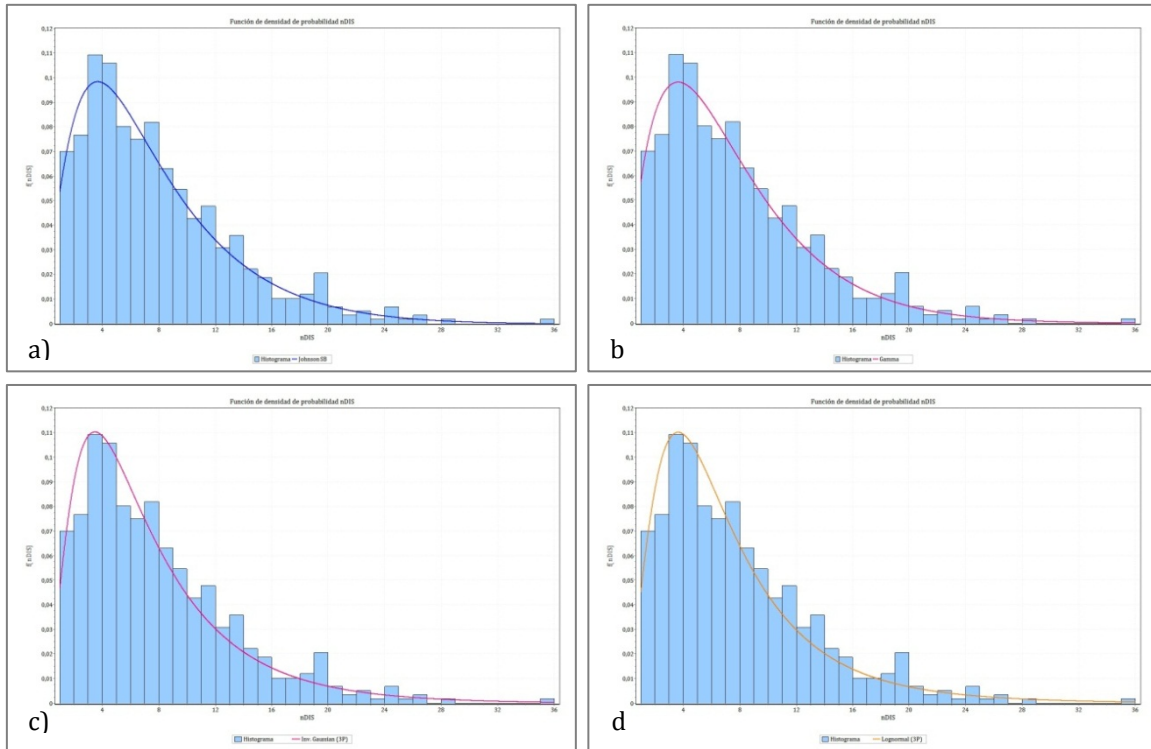


Figura 5.8 – Curvas de densidad de probabilidad n_{DIS} .

Finalmente, el cálculo para definir las variables que representaran los límites para el conjunto de datos de n_{DIS} se hace a través de la curva de *Log-Pearson 3*. Se busca cuáles son los valores correspondientes a las probabilidades de 0,3334 (P_1), y 0,6667 (P_2). Se obtienen los valores n_{DIS} iguales a 3,2641 y 7,3647 para las probabilidades asignadas respectivamente. Para la identificación de los límites en el conjunto n_{RGI} se hizo de manera análoga al realizado para n_{DIS} . La curva de *Log-Pearson 3* para estos datos se presenta en la figura 5.9.

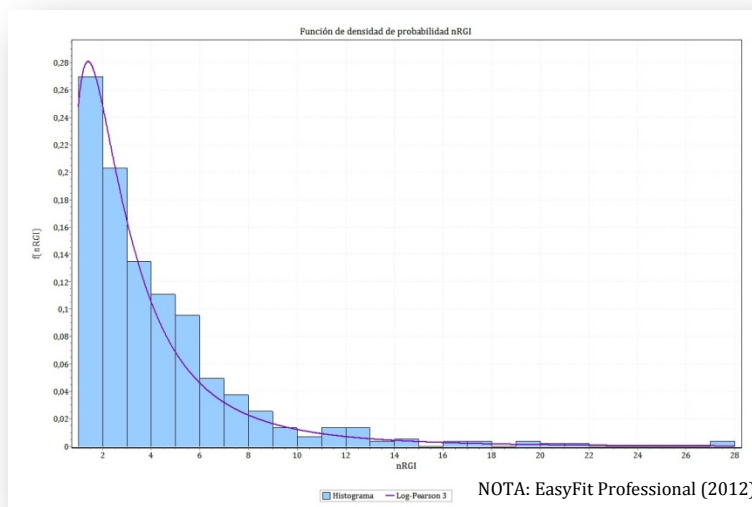


Figura 5.9 – Función de densidad de probabilidad n_{RGI} .

Los valores para n_{RGI} son iguales a 0,8772 y 2,6788 para las mismas probabilidades. Las variables para la probabilidad P_1 , son n_{DIS} igual a 3, y n_{RGI} igual a 1. Para la probabilidad P_2 las variables son n_{DIS} igual a 7 y n_{RGI} igual a 3. Estas dos combinaciones de datos se utilizan para identificar su índice de seguridad correspondiente I_s .

Como resultado, el índice de seguridad I_s para la probabilidad P_1 , identificado como $I_{s,P1}$, indicará el límite entre una obra considerada en riesgo moderado e importante, siendo moderado para valores inferiores a $I_{s,P1}$, e importante para valores superiores al mismo.

Los valores superiores a $I_{s,P1}$ asociados al riesgo importante tienen como límite el I_s calculado desde la probabilidad P_2 , llamado $I_{s,P2}$. El $I_{s,P2}$ establece el límite entre el riesgo importante y crítico de una obra. Procesadas las variables en el Sistema ERL, el $I_{s,P1}$ es igual a 0,95 y $I_{s,P2}$ es igual a 0,76.

Finalmente el rango de seguridad recibe la siguiente clasificación: para I_s igual a 1, riesgo óptimo de seguridad; para I_s menor que 1 y mayor o igual a 0,95, riesgo moderado de seguridad; para I_s menor que 0,95 y mayor o igual a 0,76, riesgo importante de seguridad; y, para I_s menor que 0,76, riesgo crítico de seguridad (figura 5.10). Se determina que valores negativos de I_s equivalen a cero en el rango de seguridad.

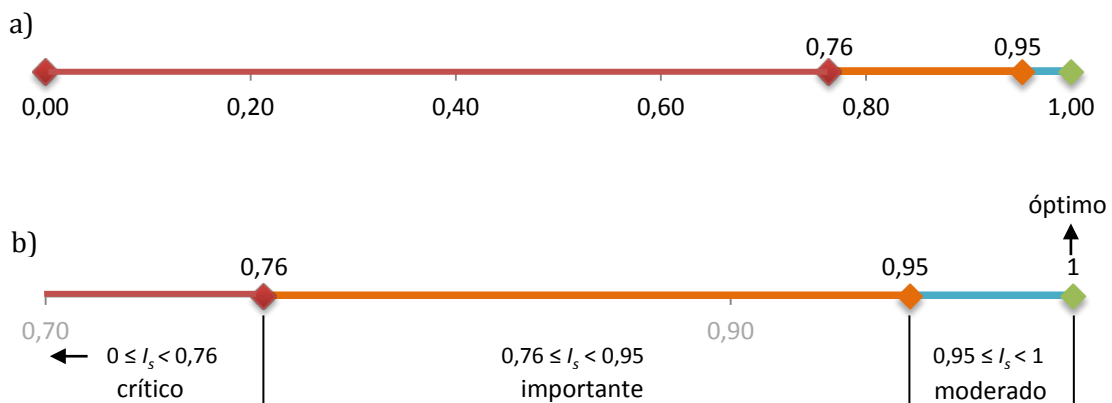


Figura 5.10 – Rango Índice de seguridad global I_s .

Por ejemplo, si se supone una obra con n_{DIS} igual a 8 y n_{RGI} igual a 6. Estos parámetros equivalen a I_s igual a 0,40 (considerando que los demás requisitos del protocolo se aplican y están conformes). Esta condición posiciona la obra en estado crítico de seguridad. Eso significa que el ambiente laboral requiere una importante intervención para el control de los factores de riesgos.

Un segundo caso sería una obra con el escenario de n_{DIS} igual a 4 y n_{RGI} también igual a 4. El I_s para este caso sería igual a 0,73. Esta obra también se encontraría en riesgo crítico de seguridad, pero desde el punto de vista de la prevención de accidentes, no estaría en condición muy diferente en relación a la primera obra.

Este escenario indica que las dos obras presentan puntos débiles en el control de los riesgos, y por eso se clasifican en riesgo crítico de seguridad. Aunque el I_s muestre valores con un significativo margen, no se debe considerar la obra con I_s 0,40 en situación significativamente peor que la segunda obra ($I_s = 0,73$). Más importante que la

comparación matemática, es identificar la clasificación del rango. Todas las obras de un determinado rango, deben recibir el mismo nivel de atención.

5.5. Estudio paramétrico

El método ERL propone el I_s como alternativa al seguimiento de las condiciones de trabajo en obras de construcción. Con ello se ha desarrollado un modelo para procesar los datos de la evaluación de riesgos que resulta en dicho índice.

El modelo está estructurado a partir de parámetros de entrada, de origen en la evaluación de riesgos realizada *in situ*. Los parámetros de entrada son: el número de requisitos *DIS* (n_{DIS}), y el número de requisitos *RGI* (n_{RGI}), ambos obtenidos directamente de la aplicación del Protocolo OC/PV; y, el coeficiente de discrepancia (n'_{mg}) obtenido a través del Sistema ERL al procesar los datos del protocolo.

Los parámetros de entrada son introducidos en el modelo de cálculo (Sistema ERL), donde son procesados a través de las ecuaciones presentadas en el apartado 5.3, resultando en el I_s como dato de salida del modelo.

Con el objetivo de profundizar cómo los parámetros afectan el comportamiento del I_s , se ha desarrollado un estudio paramétrico. Este estudio permite identificar cómo la variación de los parámetros, individualmente o conjuntamente, afecta el I_s .

Este estudio permite identificar la influencia real de cada parámetro en el modelo propuesto, y también conocer el comportamiento del modelo en caso de situaciones extremas.

Definidos los parámetros de entrada del estudio (n_{DIS} , n_{RGI} y n'_{mg}), se establecen las hipótesis de partida para el estudio.

La primera hipótesis determina que las situaciones identificadas *disconformes* (*DIS*) equivalen a situaciones *graves* (*g*), y las situaciones de *riesgo grave e inminente* (*RGI*) equivalen a las situaciones *muy graves* (*mg*).

La segunda hipótesis es que todos los requisitos del protocolo aplican, es decir, los 125 requisitos del protocolo son válidos, siendo el valor de n_{CO} la diferencial al sumatorio de n_{DIS} y n_{RGI} .

Estas hipótesis condicionan la variación de los dos primeros parámetros de entrada. El n_{DIS} al vincularse a condiciones *g* presenta un intervalo de variación de 0 a 22. El n_{RGI} condicionado a las situaciones *mg* puede recibir valores entre 0 y 103 (con base en el subapartado 4.3.2.4).

Finalmente, la variación del último parámetro n'_{mg} es dependiente del n_{DIS} para que su condición sea verdadera. Como se ha explicado en el subapartado 5.3.2 que el n'_{mg} representa el número de situaciones *muy graves* clasificadas por el evaluador *DIS*. Luego n'_{mg} puede recibir valores desde 0 hasta el valor máximo de n_{DIS} .

Definidas las condiciones límites y la formulación para el cálculo del I_s , se han procesado 183.256 combinaciones posibles entre los tres parámetros de entrada. De este análisis, se han obtenido las gráficas que se presentan a continuación.

La influencia de los parámetros en I_s está dividida en tres bloques: el primero estudia la influencia de n_{RGI} , el segundo la influencia de n_{DIS} , y el tercero la influencia de n'_{mg} .

5.5.1. Influencia de n_{RGI} en I_s

La gráfica "a" de la figura 5.11 relaciona el I_s (ordenadas) con la variación del parámetro n_{RGI} (abscisas). Se presentan diferentes curvas que corresponden a n_{DIS} variando de 0 a 22. En este primer análisis n'_{mg} es igual a cero.

Las curvas tienen una tendencia decreciente conforme se aumenta el n_{RGI} , como era de esperar. También muestra que a partir de un determinado valor de n_{RGI} , I_s será siempre igual a cero.

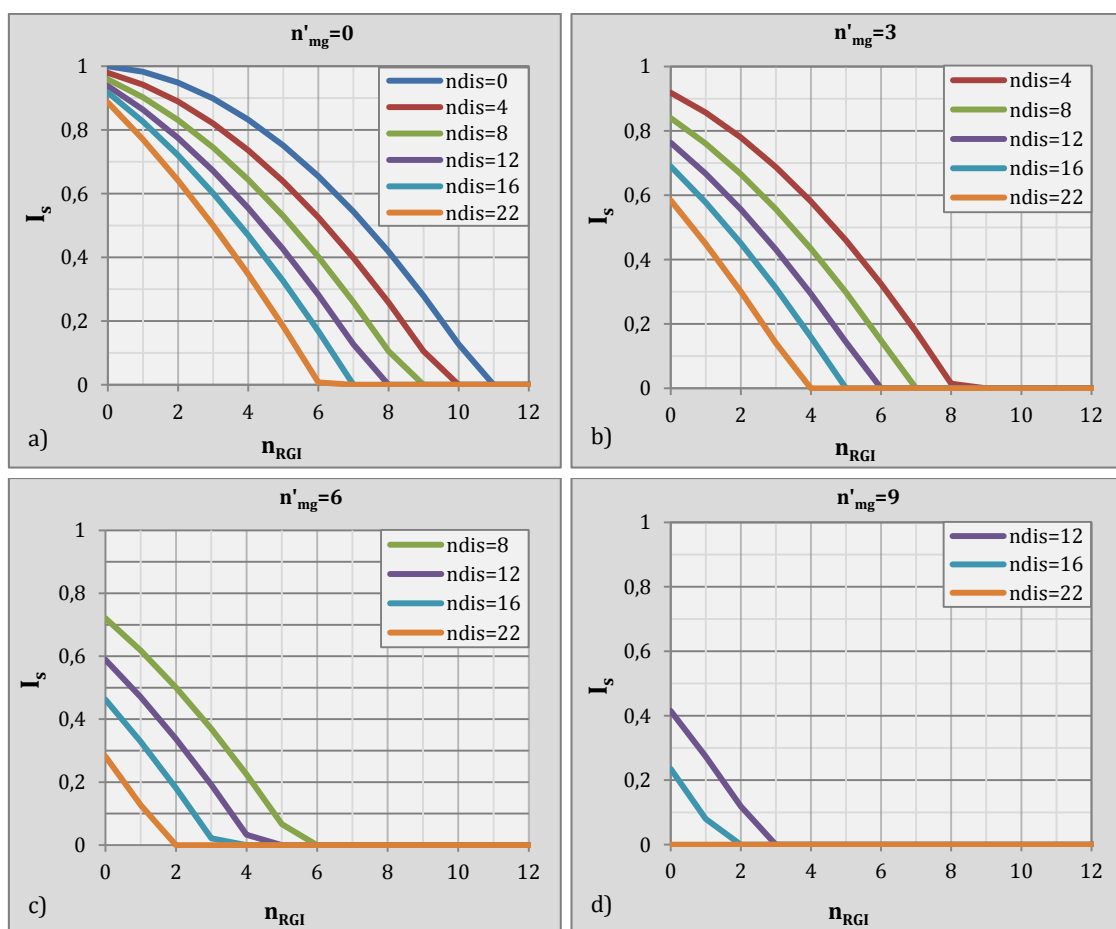


Figura 5.11 – Influencia de n_{RGI} en I_s .

La curva azul, para n_{DIS} igual cero, se observa que empieza igual a 1, es decir, I_s es igual a 1 cuando no existen situaciones irregulares en la obra. En este caso, recibe la obra clasificación óptima en seguridad.

A medida que aumenta el n_{RGI} , el valor de I_s decrece hasta cero, cuando n_{RGI} igual a 11. Es decir, para un n_{DIS} igual 0, I_s será igual a 0 cuando n_{RGI} sea igual a 11. Es decir, en una obra sin situaciones disconformes, consecuentemente n'_{mg} no existe, el I_s es igual a 1, cuando no

existen situaciones de RGI, e I_s es igual a cero, cuando la obra presente 11 situaciones de riesgo grave e inminente.

La curva roja describe el comportamiento de I_s para un n_{DIS} igual a 4. En este caso cabría la posibilidad de que n'_{mg} existiera, pero en esta gráfica "a" se ha impuesto que n'_{mg} es igual a cero.

Cuando n_{RGI} es igual a cero, el I_s es inferior a 1, como no podría dejar de serlo. En este caso, el I_s tiene valor igual a 0,98. La obra deja de presentar un estado óptimo de seguridad, y pasa a presentar un estado moderado de seguridad.

En la misma curva roja, cuando el n_{DIS} es igual a 4, I_s será igual a cero, cuando n_{RGI} sea igual a 10. Es decir, I_s es igual a cero en la curva roja para un n_{RGI} menor que en la curva azul. Este comportamiento se repite en las demás curvas. A medida que el n_{DIS} aumenta, el I_s se iguala a cero con valores decrecientes de n_{RGI} .

La curva verde de la gráfica "a" (figura 5.11) parte de un n_{DIS} igual a 8. Cuando n_{RGI} es igual a cero, el I_s es igual a 0,96. Es decir, cuando una obra presente 8 disconformidades y ningún riesgo grave e inminente, el I_s será igual a 0,96 y se encontrará en estado moderado de seguridad. El límite entre el estado moderado e inmediatamente inferior, el importante, está en I_s igual a 0,95 como se ha explicado en el apartado anterior.

Siguiendo en la curva verde, el valor de I_s se iguala a cero, cuando n_{DIS} es igual a 8, y n_{RGI} es igual a 9. Para valores de I_s inferiores a 0,76, se considera la obra ya en estado crítico, como sería este caso, con n_{DIS} igual a 8 y n_{RGI} igual a 9.

La siguiente curva de color morado, presenta el comportamiento de I_s en relación a n_{RGI} para un n_{DIS} igual a 12. Igualmente, cuando n_{RGI} es igual a cero, el I_s es un valor inferior al de la curva anterior, una vez que se ha aumentado el valor de n_{DIS} . Para n_{DIS} igual a 12 y n_{RGI} igual a cero, el I_s es igual a 0,94. Llegando a esta combinación de valores n_{DIS} y n_{RGI} , el estado de la obra ultrapasa el límite entre el moderado y el importante. Para un I_s igual a 0,94 la obra se caracteriza en riesgo importante de seguridad.

Con el mismo raciocinio de las curvas anteriores, el I_s es igual a cero para un n_{DIS} igual a 12, cuando n_{RGI} es igual a 8.

La curva azul claro demuestra el comportamiento de I_s frente a la variación de n_{RGI} para un n_{DIS} igual a 16. Con este valor n_{DIS} de partida, la obra ya partiría en el riesgo importante de seguridad, debido a su I_s de partida igual a 0,92. Pasando el n_{RGI} de cero a 1 el I_s decaería para 0,83. Este valor de I_s sería el límite de la obra para pasar del riesgo importante al crítico.

Para un n_{DIS} igual a 16 y n_{RGI} igual a 2, el I_s es igual a 0,72, valor inferior a los 0,76 que limita las obras del riesgo importante al crítico. I_s se iguala a cero en esta curva cuando n_{RGI} es igual a 7.

Finalmente, la curva naranja que fija n_{DIS} igual a 22 (límite superior de requisitos graves del protocolo), el valor de partida de I_s , para n_{RGI} igual a cero, es igual a 0,89, todavía en riesgo importante de seguridad. Cuando n_{RGI} es igual a 1, el I_s es igual a 0,77, llevando la obra al riesgo crítico de seguridad. En esta curva, I_s se iguala a cero, cuando n_{RGI} es igual a 6.

El comportamiento de I_s frente a la variación de n_{RGI} para valores fijos de n_{DIS} es descendente a medida que n_{RGI} crece. I_s se iguala a cero a intervalos constantes de una unidad de n_{RGI} , a medida que n_{DIS} crece y n_{RGI} disminuye.

Se pasa ahora a analizar la misma influencia de n_{RGI} en I_s , a valores constantes de n_{DIS} , pero considerando n'_{mg} diferente de cero. Es decir, durante la evaluación *in situ* algunos de los requisitos marcados DIS reciben clasificación muy grave en el Sistema ERL. Este concepto supone que hubo una infravaloración en relación a la seguridad. Por lo tanto, parte de los requisitos n_{DIS} es igual a n'_{mg} .

La gráfica "b" de la figura 5.11 presenta la influencia de n_{RGI} en el I_s con n_{DIS} a valores constantes, pero ahora con un n'_{mg} igual a 3. Esta condición implica que el valor mínimo para n_{DIS} sea igual a tres. Luego no existe la curva para n_{DIS} igual a cero en la gráfica "b".

La curva roja muestra que para n_{DIS} igual a 4, (de los cuales 3 son n'_{mg}), cuando n_{RGI} es igual a cero, I_s es igual a 0,92. I_s se iguala a cero cuando n_{RGI} es igual a 8.

En la curva verde, n_{DIS} igual a 8, cuando n_{RGI} igual a 0, I_s recibe valor igual a 0,84. En esta curva, I_s es igual a cero cuando n_{RGI} es igual a 7.

Obsérvese que en la curva roja, el valor de partida para I_s es igual a 0,92, que posiciona la obra directamente en riesgo importante de seguridad. La curva verde mantiene la obra en riesgo importante de seguridad, una vez que presenta I_s de partida igual a 0,84.

La curva morada muestra la influencia de n_{RGI} en el I_s para un n_{DIS} igual a 12. El valor de partida de I_s en este caso es igual a 0,76, cuando n_{RGI} igual a cero. Este valor es el límite entre el riesgo importante y crítico. Por la condición determinada en el apartado 5.4, un I_s igual a 0,76 posiciona la obra todavía en riesgo importante de seguridad.

Consecuentemente, si n_{RGI} es igual a 1, la obra deja el riesgo importante y pasa encontrarse en riesgo crítico de seguridad, con I_s igual 0,67. I_s se iguala a cero cuando n_{RGI} es igual a 6. Para cualquier valor superior a 6 n_{RGI} , I_s será siempre considerado igual a cero.

La curva azul claro de la gráfica "b" (figura 5.11) presenta comportamiento similar a la curva morada. La curva naranja se aproxima al comportamiento de una recta. Para n_{RGI} igual a cero y n_{DIS} igual a 22, I_s es igual a 0,58. El valor de partida de I_s en estas condiciones convierte la obra en riesgo crítico de seguridad.

El comportamiento de I_s frente a la variación de n_{RGI} para valores fijos de n_{DIS} , como en la gráfica "a", es descendente, a medida que n_{RGI} crece. I_s también se iguala a cero a intervalos constantes de una unidad de n_{RGI} , a medida que n_{DIS} crece y n_{RGI} disminuye. Y, las curvas, a medida que n_{DIS} aumenta y n_{RGI} disminuye, tienden a comportarse como una recta.

La gráfica "c" de la figura 5.11, presenta ahora n'_{mg} igual a 6. Consecuentemente, n_{DIS} sólo puede presentar un valor de partida igual o mayor que 6. Para un mejor análisis de las curvas, se presenta el comportamiento de las curvas para los valores n_{DIS} fijados en la primera curva.

La curva verde de la gráfica "c", muestra la influencia de n_{RGI} en I_s para n_{DIS} igual a 8. Se observa que I_s tiene valor de partida igual a 0,72 para n_{RGI} igual a 0. Esta condición posiciona la obra, con 8 situaciones disconformes, de las cuales 6 son consideradas muy graves en riesgo crítico de seguridad. Se observa un pequeño cambio de tendencia en la

curva cuando n_{RGI} es igual a 5. Para este punto, I_s es igual a 0,07, y se iguala a cero cuando n_{RGI} es igual a 6. Este cambio de tendencia se repite en las curvas n_{DIS} igual a 12 y 16.

Aunque matemáticamente se observe este comportamiento de I_s en relación a la variación de n_{RGI} , en la práctica, la obra estará igualmente en un riesgo crítico para n_{RGI} igual a 5 ó 6. Observe que se analiza una condición inicial de 6 situaciones muy graves ($n'_{mg} = 6$).

La curva de color morado, traza la influencia de n_{RGI} en I_s cuando n_{DIS} es igual a 12. El valor de partida para estos parámetros para I_s es igual a 0,59. Para n_{RGI} igual a 4 el I_s se aproxima a cero (0,03) y para cuando n_{RGI} es igual a 5, el valor de I_s ha alcanzado el cero.

Comportamiento similar se observa en la curva azul claro, cuando n_{DIS} es igual a 16. Cuando n_{DIS} es igual a 22 (curva naranja) el cambio de tendencia no se presenta antes de I_s llegar a cero. Luego, en este caso, I_s es igual a cero, cuando n_{RGI} es igual a 2. Para n_{RGI} igual a 1, I_s es igual a 0,13, y para n_{RGI} igual a cero, I_s es igual a 0,28.

Conceptualmente el análisis de riesgos debe, a partir de un determinado punto, considerar el riesgo de seguridad como crítico. Es decir, las variaciones de I_s bajo determinado límite convergen a una misma alerta, la de que el ambiente laboral debe sufrir una importante intervención para el control de los factores de riesgos.

La última imagen de la figura 5.11, (gráfica d), tiene como parámetro de partida un n'_{mg} igual a 9. Luego, el valor mínimo para n_{DIS} es también igual a 9. Evaluando la misma secuencia de curvas, la curva para n_{DIS} igual a 12, indica que I_s es igual a 0,41 para n_{RGI} igual a cero. Para n_{RGI} igual a 2, el I_s tiene un valor igual a 0,12. I_s alcanza valor igual a cero para n_{RGI} igual a 3.

La curva n_{DIS} igual a 16 tiene como valor de partida para I_s 0,24. Cuando n_{RGI} es igual a 1, I_s recibe valor de 0,08, e igual a cero para n_{RGI} igual a 2. La curva naranja (n_{DIS} igual a 22) llega a que I_s recibe valor igual a cero para cualquier valor de n_{RGI} .

Estas condiciones serían, en la práctica consideradas extremas, si se compara con los casos evaluados en el apartado 5.4. El estudio paramétrico hasta ahora, ha demostrado un comportamiento coherente de I_s frente a las variaciones de los parámetros. Se adecúan al rango de seguridad establecido anteriormente y traduce satisfactoriamente las condiciones de trabajo según las condiciones estipuladas.

El segundo bloque del estudio paramétrico analiza la influencia de n_{DIS} en el I_s , como se muestra a continuación.

5.5.2. Influencia de n_{DIS} en I_s

Se pasa a analizar la influencia de la variación de n_{DIS} en I_s en curvas con valores constantes de n_{RGI} . El eje vertical sigue representando los valores de I_s , en el eje horizontal, se presentan los valores para n_{DIS} , y las curvas están divididas según valores fijos de n_{RGI} .

Las gráficas de la figura 5.12 muestran que las curvas tienen una tendencia decreciente conforme se aumenta el n_{DIS} , como era de esperar, pero a una velocidad menor que en el bloque anterior.

La gráfica "a" de la Figura 5.12 establece que n'_{mg} es igual a cero. La curva azul, fijada para n_{RGI} igual a cero, muestra que, como en el caso anterior, cuando n_{DIS} es igual a cero, I_s es

igual a 1. Para un valor máximo determinado de 22 situaciones disconformes, equivalentes al total de situaciones graves del protocolo, el valor de I_s es igual a 0,89. Esta condición posicionaría la obra en un riesgo importante de seguridad.

El límite entre los riesgos moderado e importante para n_{RGI} igual a 0, es n_{DIS} igual a 10 ($I_s = 0,95$, riesgo moderado). Para n_{DIS} igual a 11, I_s es igual a 0,94 (estado importante).

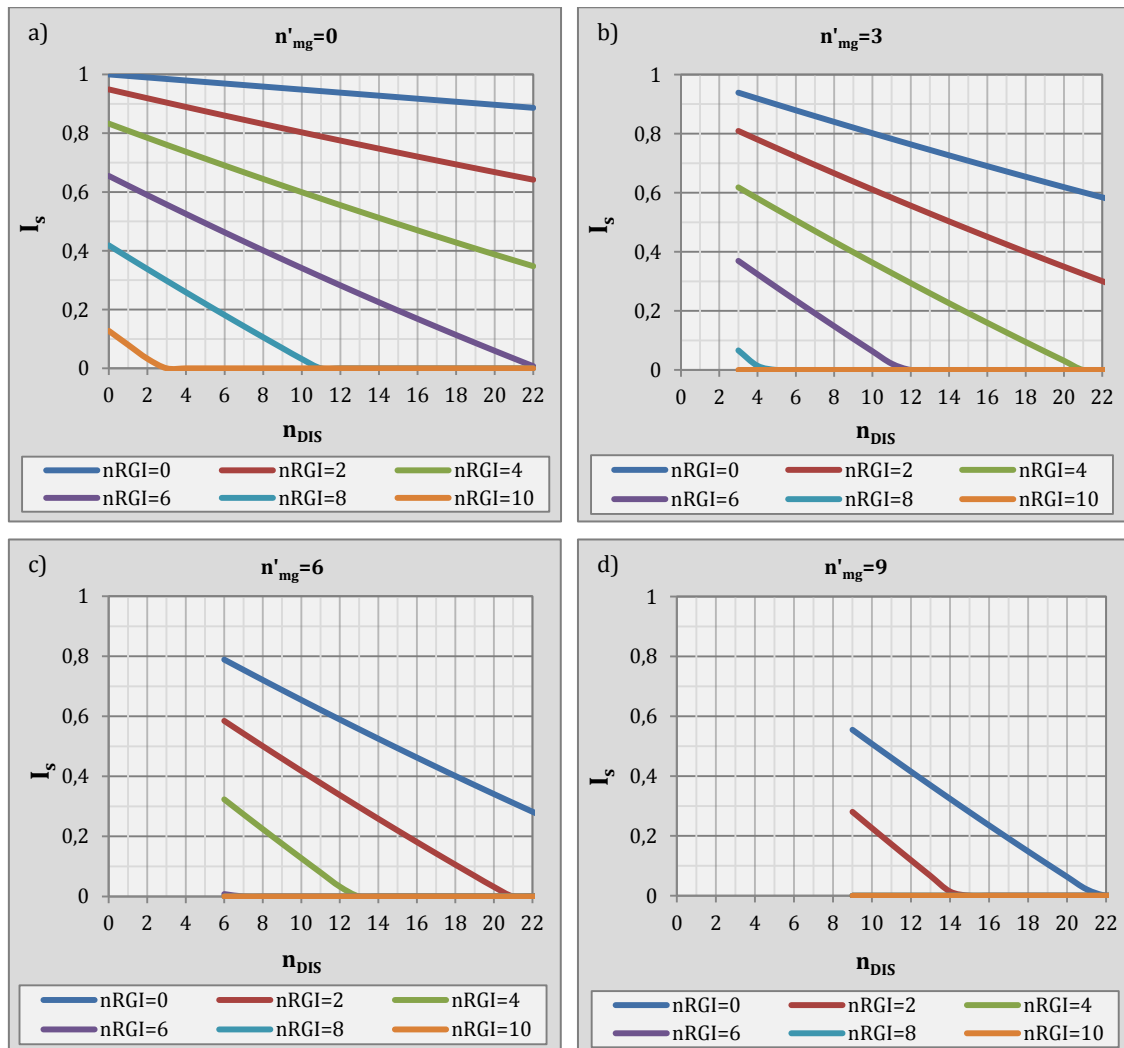


Figura 5.12 – Influencia de n_{DIS} en I_s

La curva roja, para n_{RGI} igual a 2, tiene un valor de I_s inferior al de la curva azul. Considerando que ahora se tratan de dos situaciones de riesgo grave e inminente, el I_s para n_{DIS} igual a cero es igual a 0,95, por lo tanto, la obra se presenta también en riesgo moderado de seguridad. Pero, ¿tiene el mismo efecto práctico que el caso anterior?

Matemáticamente se podría considerar, entonces, que dos obras, una con n_{DIS} igual a 10, y la otra con n_{RGI} igual a 2, son equivalentes. No obstante, son situaciones distintas conceptualmente. La segunda obra, con dos n_{RGI} indica que son dos las condiciones con trabajadores expuestos a riesgo grave e inminente de que sufran un accidente.

Mientras que la obra con 10 disconformidades no expone los trabajadores directamente al riesgo de accidentarse. Aunque se propongan modelos matemáticos para la caracterización de la condiciones de trabajo, no se puede ignorar los conceptos que hay detrás de los resultados numéricos.

En la curva n_{RGI} igual a 2, cuando n_{DIS} igual a 22, I_s tiene valor igual a 0,64. La curva verde tiene comportamiento similar a la roja. La cuarta curva, para n_{RGI} igual a 6, se observa que I_s es igual a cero, cuando n_{DIS} es igual a 22.

La curva azul claro, tiene un I_s de partida igual a 0,42 para n_{DIS} igual a cero. I_s es igual a cero cuando n_{DIS} es igual a 11. No obstante, se vuelve a enfatizar que, para un n_{DIS} igual a 10, el I_s asume valor de 0,03. En la práctica, las dos obras requieren una importante intervención en el ambiente de trabajo.

Finalmente la última curva de la gráfica "a" (figura 5.12) muestra que, a partir de bajos valores de n_{DIS} , I_s se igual a cero. Se puede constatar entonces, que la influencia de n_{DIS} en I_s es menor que la de n_{RGI} , tal como es lógico que suceda.

La gráfica "b" de la misma figura 5.12 corresponde a n'_{mg} igual a 3. Consecuentemente, como se ha explicado anteriormente, n_{DIS} es como mínimo igual a 3. Por eso las curvas comienzan a partir de n_{DIS} igual a 3. Se identifica un cambio descendente en las curvas a medida que n_{DIS} aumenta.

Como se esperaba, debido a la influencia de n'_{mg} , las curvas alcanzan un valor de I_s igual a cero para valores inferiores de n_{DIS} en relación a la gráfica "a". La influencia es tan evidente, que la curva para n_{RGI} constante igual a 10, presenta I_s igual a cero para cualquier valor de n_{DIS} . Este mismo comportamiento se observa en las gráficas siguientes.

En la gráfica "c" de la misma figura 5.12, cuando n_{RGI} es igual a 6, I_s asume valor igual a cero para cualquier valor de n_{DIS} . En la gráfica "d" el comportamiento es el mismo para n_{RGI} igual a 4. El estudio paramétrico hasta el momento indica que n'_{mg} y n_{RGI} tienen una mayor influencia sobre I_s que n_{DIS} . El tercer bloque del estudio presenta la influencia de n'_{mg} en I_s .

5.5.3. Influencia de n'_{mg} en I_s

Las gráficas de la figura 5.13 relaciona el I_s en ordenadas con la variación del parámetro n'_{mg} en abscisas. Se presentan diferentes curvas que corresponden a n_{DIS} variando de 2 a 22. En la primera gráfica "a" n_{RGI} es igual a cero.

La línea azul, indica que, para n_{DIS} igual a 2, y n'_{mg} igual a cero, I_s es igual a 0,99. Cuando n'_{mg} es igual a 2, I_s es igual a 0,97. Pero, para valores superiores de I_s no existe ya que n'_{mg} no puede ser mayor que n_{DIS} . Este comportamiento se repite para las siguientes curvas hasta n_{DIS} igual a 12. Cuando n_{DIS} es igual a 16, I_s es igual a cero antes de que n'_{mg} llegue al límite de n_{DIS} . I_s es igual a cero cuando n'_{mg} igual a 12. Para n_{DIS} igual a 22, I_s es igual a cero cuando n'_{mg} es igual a 9.

La gráfica "b" de la figura 5.13 fija ahora n_{RGI} igual a 2. Se observa que las curvas tienen la misma tendencia que la gráfica "a", pero con valores inferiores de I_s . La grafica "c" muestra la influencia de n'_{mg} en I_s , ahora con el valor de n_{RGI} fijado en 4. Las curvas azul, roja y verde, presentan el mismo comportamiento de las anteriores gráficas, limitándose el valor máximo de n_{DIS} .

Las curvas n_{DIS} igual a 12, 16 y 22 presentan valores de I_s igual a cero para valores de n'_{mg} : 7, 5 y 3 respectivamente. Finalmente, la gráfica "d" de la misma Figura 5.13 muestra el mismo patrón de las gráficas anteriores. Las curvas son decrecientes conforme n'_{mg} crece. Y cuanto mayor es el valor de n_{DIS} de la curva, mayor es su pendiente. También se observa que cuanto mayor es el valor fijado para n_{RGI} , menor es el valor de n'_{mg} para que I_s sea igual a cero.

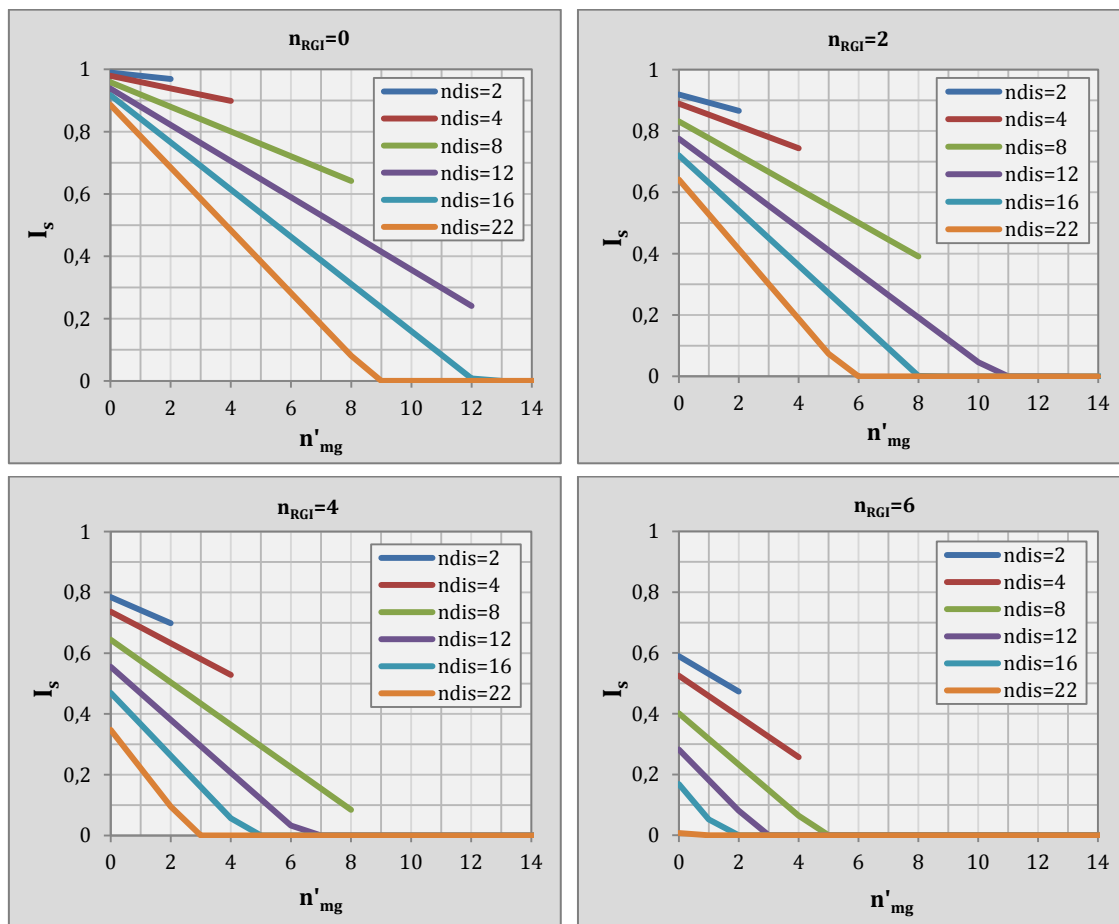


Figura 5.13 – Influencia de n'_{mg} en I_s .

Del estudio paramétrico se puede afirmar que n_{RGI} es el parámetro con mayor influencia en I_s , seguido del parámetro n_{DIS} , siempre que el evaluador no infravalora la seguridad. En este caso, el n'_{mg} tendrá una influencia sobre I_s superior a n_{DIS} . Estos resultados son lógicos y esperables. A continuación, se presenta el estudio de sensibilidad.

5.6. Estudio sensibilidad

Se ha realizado el estudio de sensibilidad para identificar cuál es el efecto de la variación de los parámetros n_{RGI} y n_{DIS} en I_s .

La tabla 5.4 muestra la sensibilidad de I_s a variación de n_{RGI} . La tabla se ha estructurado a través de la diferencia, en valores absolutos, de I_s frente a la variación de una unidad de n_{RGI} . La primera columna presenta la variación de I_s frente a la variación de una unidad de n_{RGI} , cuando n_{DIS} es igual a cero.

El valor de I_s para n_{DIS} igual a cero, y n_{RGI} igual a cero es igual a 1 (valor inicial de I_s). I_s para n_{DIS} igual a cero, y n_{RGI} igual a 1, es igual a 0,9828 (valor final de I_s). En el caso de este estudio, la diferencia de intervalo es igual a uno. Luego la sensibilidad para este intervalo, es por lo tanto, la diferencia entre el valor final e inicial, (-0,0171). Este resultado es negativo una vez que al aumentar el número de riesgos grave e inminente, el valor de I_s disminuye.

Pero, la variación se analiza en valores absolutos. Luego la sensibilidad I_s , a las variaciones de n_{RGI} , cuando n_{RGI} varía de cero a uno es igual a 0,0171 (para n_{DIS} igual a cero).

Tabla 5.4 – Sensibilidad de I_s a variación de n_{RGI} .

Estudio de sensibilidad en función de n_{RGI}

		n_{DIS}					
		0	4	8	12	16	22
n_{RGI}	0	0,0171	0,0370	0,0560	0,0741	0,0915	0,1158
	1	0,0339	0,0530	0,0713	0,0888	0,1054	0,1287
	2	0,0502	0,0686	0,0862	0,1030	0,1189	0,1411
	3	0,0661	0,0838	0,1007	0,1167	0,1319	0,1531
	4	0,0815	0,0985	0,1147	0,1300	0,1445	0,1646
	5	0,0965	0,1128	0,1283	0,1429	0,1566	0,1757
	6	0,1110	0,1266	0,1414	0,1553		
	7	0,1251	0,1400	0,1541			
	8	0,1388	0,1530				
	9	0,1520					

En la misma columna $n_{DIS} = 0$, de la tabla 5.4, cuando n_{RGI} varía de uno a dos, la sensibilidad de I_s es igual a 0,0339, el doble de la anterior. Y cuando n_{RGI} varía en una unidad cuando n_{RGI} inicial es igual a 6, la sensibilidad de I_s es igual a 0,1110.

Se constata que cuando el valor inicial de n_{RGI} aumenta, un incremento de una unidad en este valor inicial aumenta significativamente la variación de I_s . Luego se puede afirmar que cuanto más alto el valor inicial de n_{RGI} , mayor es la sensibilidad de I_s .

El mismo comportamiento se observa cuando se aumenta n_{DIS} . En la columna para $n_{DIS} = 4$, la sensibilidad de I_s , en función de la variación de n_{RGI} , aumenta cuando se aumenta el valor inicial de n_{RGI} .

Conforme el valor de n_{RGI} es más alto, la sensibilidad de I_s , a las variaciones de n_{RGI} , aumenta. Y conforme aumenta el n_{DIS} , la sensibilidad de I_s , a las variaciones de n_{RGI} , también aumenta.

La Tabla 5.5 muestra la sensibilidad de I_s a las variaciones de n_{DIS} . Como en el caso anterior, los intervalos de variación son de una unidad, luego, el cálculo de la sensibilidad se hace sencillamente calculando la diferencia entre el valor final e inicial de I_s en determinado intervalo.

La columna $n_{RGI} = 0$ muestra la sensibilidad de I_s cuando n_{DIS} aumenta. El primer valor se ha calculado a través de la diferencia entre el valor de I_s , cuando n_{RGI} es igual a cero, y n_{DIS} es

igual a 1 ($I_s = 0,9948$, valor final), y el valor de I_s cuando n_{RGI} es también igual a cero, y n_{DIS} es igual a cero ($I_s = 1$, valor inicial). Luego la sensibilidad de I_s , a variaciones de n_{DIS} , cuando n_{DIS} varía en una unidad a partir de cero, es igual a 0,0051.

Cuando n_{DIS} varía de uno a dos, la sensibilidad de I_s , es igual a la diferencia entre el valor final I_s (para n_{RGI} igual a cero y n_{DIS} igual a 2) igual a 0,9896, y el valor inicial I_s (para n_{RGI} igual a cero y n_{DIS} igual a 1) igual a 0,9948. El resultado es también igual a 0,0051.

Tabla 5.5 – Sensibilidad de I_s a variación de n_{DIS} .

Estudio de sensibilidad en función de n_{DIS}

		n_{RGI}					
		0	2	4	6	8	10
n_{DIS}	0	0,0051	0,0150	0,0242	0,0327	0,0405	0,0476
	1	0,0051	0,0149	0,0240	0,0324	0,0401	0,0471
	2	0,0051	0,0148	0,0238	0,0321	0,0397	
	3	0,0051	0,0147	0,0236	0,0318	0,0392	
	4	0,0051	0,0146	0,0234	0,0315	0,0388	
	5	0,0051	0,0145	0,0232	0,0311	0,0384	
	6	0,0051	0,0144	0,0230	0,0308	0,0380	
	7	0,0051	0,0143	0,0227	0,0305	0,0375	
	8	0,0051	0,0142	0,0225	0,0302	0,0371	
	9	0,0051	0,0141	0,0223	0,0299	0,0367	
	10	0,0051	0,0140	0,0221	0,0295		
	11	0,0051	0,0139	0,0219	0,0292		
	12	0,0051	0,0138	0,0217	0,0289		
	13	0,0051	0,0136	0,0215	0,0286		
	14	0,0051	0,0135	0,0213	0,0283		
	15	0,0051	0,0134	0,0210	0,0279		
	16	0,0051	0,0133	0,0208	0,0276		
	17	0,0051	0,0132	0,0206	0,0273		
	18	0,0051	0,0131	0,0204	0,0270		
	19	0,0051	0,0130	0,0202	0,0267		
	20	0,0051	0,0129	0,0200	0,0263		
	21	0,0051	0,0128	0,0198	0,0260		

Ahora, si se calcula la sensibilidad para n_{RGI} igual a cero, y n_{DIS} variando de 6 a 7, la sensibilidad de I_s será también igual a 0,0051. Es decir, la sensibilidad de I_s , a variaciones de n_{DIS} , es constante cuando n_{DIS} aumenta y n_{RGI} es igual a cero.

No obstante, cuando que n_{RGI} aumenta, como muestra la columna $n_{RGI} = 2$, la sensibilidad de I_s disminuye cuando n_{DIS} aumenta. Este mismo fenómeno se repite en las siguientes columnas, siempre que la influencia de n_{RGI} es mayor, la sensibilidad de I_s en relación a n_{DIS} es menor.

Este estudio comprueba el comportamiento de la influencia de los parámetros realizado en el apartado anterior. Se concluye que I_s es más sensible a las variaciones de n_{RGI} , y este

parámetro tiene mayor influencia sobre I_s y es menos sensible a las variaciones de n_{DIS} que es menos influyente sobre I_s .

5.7. Conclusiones

Los desastres no ocurren por casualidad. Son el resultado de una secuencia de sucesos coincidentes. Si bien no es posible prever un accidente, los factores que pueden contribuir a su ocurrencia son visibles. Consecuentemente, es factible e inminente identificar y controlar todas aquellas condiciones que pueden contribuir, separadamente o conjuntamente, a un accidente. Estas condiciones son denominadas los factores de riesgo de accidentes.

Con el objetivo de proponer una herramienta auxiliar para el control de los factores que pueden contribuir a un accidente, este capítulo presentó los indicadores de seguridad, que en conjunto, caracterizan las condiciones de trabajo de una obra de construcción.

Entre los parámetros propuestos se presenta la idea de un parámetro único para el reconocimiento del estado de seguridad de la obra. El índice de seguridad global se calcula a través de un modelo que considera el conjunto de indicadores propuesto por el método.

El índice es calculado y asociado a un rango que define el riesgo de seguridad de la obra en: crítico, importante, moderado y óptimo. El rango de seguridad se ha establecido a través de la distribución probabilística de 586 casos de evaluaciones de riesgos.

Para comprobar el comportamiento de los parámetros en el modelo que define el índice de seguridad global, se ha realizado un estudio paramétrico, donde se pudo constatar el comportamiento coherente de este modelo.

6. APLICACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MÉTODO

6.1. Introducción

Este capítulo presenta la validación del método realizada en tres etapas, la aplicación en obra, la realización de una encuesta y el análisis según un modelo de validación estructurado para verificar la eficiencia de métodos para la evaluación de procesos, como es el caso del Método ERL.

Inicialmente se presentan en detalle los datos obtenidos a través de la aplicación del método en dos obras, una para la construcción de un puente, y otra para la construcción de un viaducto.

A continuación se presenta una encuesta estructurada a través de cuestionario donde se evalúa la eficiencia del método en la identificación de los factores de riesgos. Finalmente, el capítulo presenta un análisis detallado del método según los criterios establecidos por un modelo para validación de investigación operativa.

6.2. Aplicación del Método ERL

La aplicación del método se hizo en dos fases: una primera de verificación de la aplicabilidad y viabilidad en una primera versión, y una segunda de comprobación de las mejoras demandadas por la versión preliminar que resultó en una segunda y última versión.

La primera versión estaba estructurada en las tres partes, que al final también componen la versión definitiva, presentadas en el capítulo 4: el Protocolo OC/PV, el Sistema ERL y el Protocolo NC.

La verificación de la aplicabilidad del método se hizo primeramente con el protocolo, enviándolo a seis empresas, cada una con una obra de puente o viaducto de hormigón en ejecución. El protocolo fue utilizado para la evaluación de riesgos de las obras, siendo tres aplicaciones realizadas por personal ajeno a empresa y tres por el personal responsable de la PRL de la obra. Los resultados, al ser una fase intermedia de verificación de método, no se presentan en este trabajo.

De estas evaluaciones fueron identificados factores que deberían ajustarse mejor a las singularidades de las obras de puentes y viaductos, resultando en la reestructuración del protocolo, destacando los apartados específicos de métodos y sistemas constructivos utilizados en estos tipos de obras, que en la versión preliminar se abordaban de manera más generalista.

La segunda fase de comprobación del método obtuvo resultados favorables. Se hizo adoptando la misma estrategia de contacto con las empresas participantes de la primera fase. Una de las empresas mantuvo la colaboración con la investigación, participando esta vez dos obras distintas de la obra evaluada en la fase inicial. La comprobación del método se hizo con los resultados que se presentan a continuación.

6.2.1. Análisis de los datos

El protocolo fue aplicado en dos obras donde sus respectivos responsables de PRL, realizaron evaluaciones del tipo por obra, es decir, se evaluaron todos los requisitos del protocolo alcanzando el total de actividades la obra, en un determinado período de tiempo.

Cabe destacar, que los equipos de las dos obras no habían participado de la primera fase de la investigación, es decir, además de obras distintas, los equipos también eran distintos.

La primera obra, identificada como obra A, corresponde a construcción de un puente atirantado. El protocolo fue aplicado en dos ocasiones, la primera en 24/02/2012 (t_1) y la segunda en 02/04/2012 (t_2), resultando una diferencia de tiempo de 38 días. En la primera evaluación la obra contaba con 213 trabajadores, pasando a 308 en la segunda.

La segunda obra es de construcción de un puente (obra B), y fue evaluada en 24/02/2012 (t_1), cuando contaba con 209 trabajadores, y en 20/04/2012 (t_2), cuando presentaba un cuadro de 1.072 trabajadores. Los datos recibidos fueron procesados en el Sistema ERL, presentándose los resultados a continuación.

a) Evaluación de riesgos de la obra A

La obra A en su primera evaluación ($t1$) presentó los siguientes indicadores: 19 (15,2%) de los requisitos no aplicaban, 98 (78,4%) estaban conforme los criterios de seguridad y 8 (6,4%) requisitos fueron calificados como disconformes. Por tanto se obtiene un 85% de requisitos que aplican (Iq_{AP}), como muestra la figura 6.1 (el apéndice D muestra íntegramente esta evaluación en el sistema).

Se verifica que la obra presenta un buen nivel de seguridad considerando que de los requisitos pertinentes a la obra, 92% están conformes. No obstante, los requisitos disconformes necesitan un análisis detallado.

F. Indicadores						
F1. Cuantitativo						
Obra A - t1				Obra A - t2		
	Iq	Is (%)	Iq _{AP}		Iq	Is
Req nulos	0	0,0%		Req nulos	4	3,2%
n _{NA}	19	15,2%	85%	n _{NA}	22	17,6%
n _{CO}	98	78,4%		n _{CO}	95	76,0%
n _{DIS}	8	6,4%		n _{DIS}	4	3,2%
n _{RGI}	0	0,0%		n _{RGI}	0	0,0%
	125	100,0%		125	100,0%	79%

Figura 6.1 – Indicadores Cuantitativos de la Obra A en $t1$ y $t2$.

La figura 6.1 muestra además, que en la segunda evaluación ($t2$) la obra A tenía el siguiente escenario: 22 (17,6%) de los requisitos eran del tipo no aplica, 95 (76,0%) estaban conforme los criterios de seguridad establecidos por el protocolo, y 4 (3,2%) fueron indicados disconformes. El total de requisitos validos Iq_{AP} era del 79%.

Los datos indican que la obra ha mantenido un buen nivel de seguridad, elevando de 92% en $t1$, para 96% en $t2$ las conformidades del Iq_{AP} . El n_{DIS} fue reducido a la mitad, de 8 a 4 entre las evaluaciones $t1$ y $t2$, respectivamente. No obstante, se verifica que en $t2$ no fueron evaluados todos los requisitos del protocolo, quedando el grupo “Estructuras”, cuatro requisitos, sin calificación.

Aunque las disconformidades se presentan con bajos índices, estas situaciones tienen el potencial de contribuir a la ocurrencia de un accidente, y por lo tanto, se hace necesario un análisis detallado.

Las disconformidades observadas en la evaluación $t1$, estaban distribuidas en las áreas de “Gestión”, con dos incidencias, “Organización de la obra y condiciones de trabajo”, “Maquinaria y herramientas en general”, “Estructuras”, “Cimbra convencional y porticada”, y “Ferrallado y hormigonado”, cada una de ellas con una incidencia (figura 6.2).

La misma figura 6.2 muestra que la evaluación $t2$ indicó que el área de “Gestión” pasó de dos a una disconformidad. Los grupos “Organización de la obra y condiciones de trabajo”,

“Maquinaria y herramientas en general”, y “Cimbra convencional y porticada” mantuvieron las mismas disconformidades.

F. Indicadores							
F2. Distribución No Conformidades por grupos							
N	Grupos requisitos	Obra A					
		n ^{DIS}		n ^{RGI}			
		t1	t2	t1	t2	t1	t2
1	Gestión	2	1	-	-	-	-
2	Organización de la obra y condiciones de trabajo	1	1	-	-	-	-
3	Protecciones contra caídas de materiales y personas	1	-	-	-	-	-
4.a	Maquinaria y herramientas en general	1	1	-	-	-	-
8	Estructuras	1	-	-	-	-	-
10.b	Cimbras: convencional y porticada	1	1	-	-	-	-
12	Ferrallado y hormigonado	1	-	-	-	-	-
Σ		8	4	0	0	0	0

Figura 6.2 – Distribución de No Conformidades por grupos – Obra A en $t1$ y $t2$.

Las áreas de “Protecciones contra caídas de materiales y personas”, “Ferrallado y hormigonado”, y “Estructuras” han tenido sus *DIS* suprimidas. Si bien este último grupo no fue evaluado en $t2$, cabiendo la probabilidad de que el requisito 8.4 siguiera disconforme, tal como indica la figura 6.3 que trae los requisitos no conformes en $t1$ y $t2$.

Identificadas las irregularidades en obra, el sistema indica cuáles son las normativas europeas, españolas y brasileñas asociadas a los factores de riesgos, como enseña la figura 6.4 en $t1$ y $t2$. Esta información permite la identificación del marco legal incumplido y el conocimiento de las infracciones y sanciones a que pueda estar expuesta la empresa constructora.

El impacto económico de las irregulares señaladas por la evaluación de riesgos, indica una importante vulnerabilidad de la obra. Las ocho no conformidades en $t1$ podría representar un coste en sanciones del orden del 172.128,00€. En $t2$ la mayoría de las infracciones fueron del tipo grave, y como muestra el apartado 4.3.2.3, la diferencia de valor entre las infracciones graves y muy graves es significativa. Siendo así, el S'_{ES} en $t2$ ha disminuido a 47.124,00€, como muestra la figura 6.5.

La figura 6.5 indica también que el coste de las sanciones, según normativa brasileña sería once veces inferior en relación a la normativa española en $t1$, y dos veces menor en $t2$. La diferencia de las sanciones en valor absoluto es muy elevada. No obstante, valorándolas de forma relativa, el coste de las sanciones brasileñas implicaría un factor multiplicador del orden de 10.000 veces el coste salarial por hora trabajada de la región (SINDUSCON/PE, 2012).

La misma relación en España es superior a la brasileña, siendo el factor multiplicador del orden de 24.000 veces el coste salarial considerando el mismo periodo $t1$, y el coste salarial en Barcelona (Barcelona, 2012). Luego, las sanciones no son tan diferentes si se considera que están ligadas al coste salarial.

(a) Obra A, t1				
D. Protocolo OC/PV y Sistema ERL				
Bloque A: Requisitos básicos de evaluación				
n	N	Requisitos	Calificación	
i	1	Gestión	DIS	RGI
4	1.4	¿Son todas las operaciones realizadas sobre la dirección de técnico responsable , en especial las que se ejecutan en el periodo nocturno?	1	
8	1.8	¿Está establecido un plan de contingencia y están los umbrales para comenzar su aplicación perfectamente definidos? [El plan debe establecer unas medidas a tomar en función del umbral superado, las personas responsables de adopción de estas medidas y un plazo para la realización de la reunión de contingencia]	1	
18	2.4	¿Están las zonas de trabajo suficientemente separadas y/o protegidas de las vías de circulación interna de la obra, y están dichas vías correctamente señalizadas ?	1	
27	3.5	¿Están los materiales a izar convenientemente atados impidiendo su caída durante la operación?	1	
33	4.3	¿Está la maquinaria sujeta a comprobaciones periódicas y los resultados de las comprobaciones documentados? Y ¿posee cada maquinaria un libro de mantenimiento y éste se encuentra actualizado?	1	
61	8.4	¿Se han adoptado las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los riesgos derivados de la rotura o inestabilidad temporal de un elemento en construcción?	1	
82	10.10	Caso sea necesario el tránsito sobre las vigas de las cimbras porticadas ¿se han dispuestas líneas de vida antes de su izado? Y si son vigas de celosía , además, ¿se han dispuestas plataformas de trabajo que garantice el tránsito seguro sobre éstas?	1	
93	12.1	¿Se prioriza el premontaje de la ferralla al nivel del suelo?	1	
125			8	0

(b) Obra A, t2				
D. Protocolo OC/PV y Sistema ERL				
Bloque A: Requisitos básicos de evaluación				
n	N	Requisitos	Calificación	
i	1	Gestión	DIS	RGI
8	1.8	¿Está establecido un plan de contingencia y están los umbrales para comenzar su aplicación perfectamente definidos? [El plan debe establecer unas medidas a tomar en función del umbral superado, las personas responsables de adopción de estas medidas y un plazo para la realización de la reunión de contingencia]	1	
18	2.4	¿Están las zonas de trabajo suficientemente separadas y/o protegidas de las vías de circulación interna de la obra, y están dichas vías correctamente señalizadas ?	1	
33	4.3	¿Está la maquinaria sujeta a comprobaciones periódicas y los resultados de las comprobaciones documentados? Y ¿posee cada maquinaria un libro de mantenimiento y éste se encuentra actualizado?	1	
82	10.10	Caso sea necesario el tránsito sobre las vigas de las cimbras porticadas ¿se han dispuestas líneas de vida antes de su izado? Y si son vigas de celosía , además, ¿se han dispuestas plataformas de trabajo que garantice el tránsito seguro sobre éstas?	1	
125			4	0

Figura 6.3 – Requisitos disconformes – Obra A en t1 y t2.

(a)		Obra A, t1
		G. Normativas en No Conformidades
4	1.4	UE: 89/391/CEE-Art.8.5 UE: 92/57/CEE-Art.6 ES: RD1627/1997-Art.9 ES:RDL5/2000-Art.13.7 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7-18.37.7.1-18.37.7.2-18.37.7.4-18.37.7.4.1-18.37.7.5
8	1.8	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997- DispAdicionalÚnica.a.c ES: RD 604/2006-Art.Primeros.Dos.Art.2.2 ES:RDL5/2000-Art.12.6-12.23 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.201 BR: NR 18.37.7-18.37.7.1-18.37.7.6
18	2.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.10.2-10.4 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.11.b ES: RDL5/2000-Art.12.16.g BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR12.8 - NR18.22.12.e;18.27.1.g
27	3.5	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.4 UE: 95/63/CE.Anexo.I.3.2.3 RD1627/1997-AnexoIV.C.2 ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: NR18.14.5 BR: NR18.36.4.c BR: NR18AnexoIII.X.b
33	4.3	UE: 89/655/CEE-AnexoI-2.13 UE: 2009/104/CE-Art.5.2 UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.7.1.d ES: RD1215/1997-Art. 4.2-4.3 ES: RDL5/2000-Art.12.1.b-11.7 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I-186.200.I BR: NR12.111-12.112-12.131 - NR18.14.23.4; 18.22.9; 18.22.11
61	8.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.12.2 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.11.c ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7-18.37.7.1-18.37.7.2-18.37.7.4-18.37.7.4.1-18.37.7.5
82	10.10	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.23.3-18.23.4-18.37.7
93	12.1	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3 ES:RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.8.1

(b)		Obra A, t2
		G. Normativas en No Conformidades
8	1.8	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997- DispAdicionalÚnica.a.c ES: RD 604/2006-Art.Primeros.Dos.Art.2.2 ES:RDL5/2000-Art.12.6-12.23 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.201 BR: NR 18.37.7-18.37.7.1-18.37.7.6
18	2.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.10.2-10.4 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.11.b ES: RDL5/2000-Art.12.16.g BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR12.8 - NR18.22.12.e;18.27.1.g
33	4.3	UE: 89/655/CEE-AnexoI-2.13 UE: 2009/104/CE-Art.5.2 UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.7.1.d ES: RD1215/1997-Art. 4.2-4.3 ES: RDL5/2000-Art.12.1.b-11.7 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I-186.200.I BR: NR12.111-12.112-12.131 - NR18.14.23.4; 18.22.9; 18.22.11
82	10.10	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.23.3-18.23.4-18.37.7

Figura 6.4 – Normativas no conformes – Obra A en t1 y t2.

a) F. Indicadores		
Obra A		
F5.a Evaluación Económica España*		
	t1	t2
I' _{ES-G}	4	3
I' _{ES-MG}	4	1
S' _{ES}	172.128,00 €	47.124,00 €
S _{€→BRL}	393.828,86 BRL	107.819,71 BRL
*Por el RDL5/2000 cambio [27/02/2012] BDE 1€ - 2,288 BRL		

b) F5.b Evaluación Económica Brasil**		
	t1	t2
I' _{BR-11}	0	0
I' _{BR-12}	1	0
I' _{BR-13}	2	1
I' _{BR-14}	5	3
S' _{Br}	32.882,82 BRL	19.756,08 BRL
S _{BRL→€}	14.371,86 €	8.634,65 €
**Por la NR 28 cambio [27/02/2012] BDE 1€ - 2,288 BRL		

Figura 6.5 – Evaluación económica – Obra A en t1 y t2.

El análisis de gravedad de los requisitos señalados *DIS* indica, en la evaluación *t1*, que seis de las ocho no conformidades son clasificadas por el método como muy graves (*mg'*). En la evaluación *t2* son tres los requisitos *mg'* de los cuatro *n_{DIS}* informados por el evaluador (figura 6.6).

F. Indicadores		
Obra A		
F6. Indicador de Gravedad		
	t1	t2
g'	2	1
mg'	6	3

Figura 6.6 – Indicador de gravedad – Obra A en t1 y t2.

Remitiéndose al apartado 4.3.2.4, que describe el análisis de gravedad establecido en el Sistema ERL, independiente del análisis del evaluador cuando determina si una no conformidad es *DIS* o *RGI*, el método fija cuáles son los requisitos caracterizan una situación de riesgo *grave* o *muy grave*.

El análisis de gravedad de la obra A lleva a dos consideraciones, la de error de interpretación del concepto legal de *RGI* por parte del evaluador, o la observación de situaciones excepcionales en la obra donde las irregularidades marcadas por los requisitos que no caracterizaban *RGI*.

Como se ha explicado anteriormente, el concepto de *RGI* es subjetivo ya que involucra la previsibilidad de las consecuencias de los accidentes, es decir cabe al evaluador establecer si la no conformidad en obra es *RGI*. Debido a la compleja aplicación del concepto, hay una necesidad de clasificación de la gravedad de los requisitos independiente de la evaluación realizada en obra.

Estando los requisitos relacionados con ítems de verificación que tienen el potencial de generar un accidente, y considerando un posible error de interpretación del concepto de *RGI*, se ha establecido una clasificación en dos niveles, *grave* y *muy grave*, para aquellas

situaciones irregulares observadas en obra. Esta definición permite relacionar el concepto legal de RGI con la clasificación de gravedad.

Si bien, se reconoce que puede haber excepciones que resulten en no conformidades clasificadas DIS señaladas por el Sistema ERL como *muy graves*, el método no se limita a este factor en el análisis de la seguridad de la obra, ya que serían situaciones aisladas y poco frecuentes.

El indicador de gravedad lleva a la determinación del coeficiente de discrepancia (n'_{mg}), que en el caso de las evaluaciones $t1$ y $t2$ coinciden con el mg' . Esta coincidencia es debido al hecho de que ninguna de las no conformidades fue indicada RGI. Luego el n'_{mg} es igual a seis en $t1$ e igual a tres en $t2$, como muestra la figura 6.7.

Conocidos estos datos, se ha propuesto en este trabajo un único índice que correlacione todos los indicadores hasta ahora identificados. Para ello, se ha establecido un índice básico (I_b , ecuación 5.4), que se calcula a través de los valores de referencias, potencial (V_p , ecuación 5.6) y real (V_r , ecuación 5.5), que su vez se originan de la fracción equivalente de los requisitos (f , ecuación 5.7).

Este caso, la obra A en $t1$ obtuvo un I_b igual a 0,927, luego se podría afirmar que la obra presentaba un 93% de seguridad. Sin embargo, para alcanzar un índice más próximo de la realidad, hay que considerar los coeficientes de minoración.

El coeficiente error-gravedad (φ_e) se calcula a partir de la ecuación 5.9, que para $t1$ resultó ser igual a 0,561. Es decir, del I_b tan solo la parte relativa a 0,561 puede representar el índice de seguridad de la obra. Luego se obtiene un I_s igual a 0,52, o 52%, como representación de la seguridad de la obra en la evaluación (figura 6.7). Es valor de I_s cualifica la obra en estado crítico de seguridad.

F. Indicadores								
Obra A								
F7. Evaluación Global								
t1								
Índice básico			Error		Parcialidad		Índice de Seguridad	
V_r	0,288	n_{RGI}	0	n_{AA}	1	I_s	0,52	crítico
V_p	3,936	n'_{mE}	6	n_{AE}	1			
I_b	0,927	φ_e	0,561	φ_p	1			
t2								
Índice básico			Error		Parcialidad		Índice de Seguridad	
V_r	0,304	n_{RGI}	0	n_{AA}	1	I_s	0,70	crítico
V_p	3,848	n'_{mE}	3	n_{AE}	1			
I_b	0,921	φ_e	0,763	φ_p	1			

Figura 6.7 – Evaluación global – Obra A en $t1$ y $t2$.

El coeficiente de parcialidad (φ_p , ecuación 5.10) considera el número de actividades evaluadas (n_{AA}) y el número de actividades en ejecución (n_{AE}). Como las evaluaciones de que trata este apartado fueron del tipo por obra, 100% de las actividades en ejecución fueron evaluadas.

Todavía en la figura 6.7, se verifican los cálculos para el I_s de la obra A en $t2$. Al procesar los datos, el sistema indica un I_b de 0,921, y un φ_e de 0,763. Luego el I_s es igual a 0,70. Aunque el grupo “Estructuras” no haya sido evaluado en $t2$, este factor no altera el cálculo del φ_p .

El factor de parcialidad es adoptado para las evaluaciones del tipo por actividad. Sin embargo, la anulación de los requisitos del grupo se refleja en la fracción equivalente f , una vez que el n_T se mantiene constante.

Por tanto, se constata una mejoría del desarrollo de la seguridad de la obra, entre $t1$ y $t2$, con una diferencia de 38 días. Pasando de un nivel de seguridad del 52% a 70%, considerando además, el aumento del número de trabajadores del orden del 45%. No obstante, el índice de seguridad global indica que la obra sigue en estado crítico de seguridad.

b) Evaluación de riesgos de la obra B

La obra B en su primera evaluación $t1$ contaba con 209 trabajadores, pasando a 1.072 en $t2$. El protocolo fue aplicado en obra y, en la primera evaluación, al analizar la consistencia de los datos recibidos desde la empresa, dos requisitos fueron considerados nulos para el análisis en el Sistema ERL en $t1$.

Entre los requisitos, 92,8% aplicaban al ambiente laboral en obra, de los cuales 108 (86,4%) estaban CO a las pautas de seguridad, 7 (5,6%) resultaban DIS a las normas de seguridad, y 1 (0,8%) representaban situación de RGI, como muestra la figura 6.8.

En $t2$ las condiciones de trabajo en la obra han demostrado un mejor nivel de seguridad. Todos los 125 requisitos fueron considerados validos, de los cuáles, 10 (8%) no aplicaban a las actividades desarrolladas en obra, 112 (89,6%) estaban CO las normas de seguridad, 2 (1,6%) indicaron disconformidad y 1 (0,8%) resultaba situación de RGI (figura 6.8).

F. Indicadores						
F1. Cuantitativo						
Obra B - t1				Obra B - t2		
	Iq	Is	Iq _{AP}		Iq	Is
Req nulos	2	2%		Req nulos	0	0,0%
n_{NA}	7	5,6%		n_{NA}	10	8,0%
n_{CO}	108	86,4%		n_{CO}	112	89,6%
n_{DIS}	7	5,6%	93%	n_{DIS}	2	1,6%
n_{RGI}	1	0,8%		n_{RGI}	1	0,8%
	125	100,0%			125	100,0%

Figura 6.8 – Indicadores Cuantitativos de la Obra B en $t1$ y $t2$.

Las no conformidades de la obra B en $t1$, se encontraban distribuidas en los grupos: “Tesado de la armadura activa”, “Elementos prefabricados”, “Elementos especiales”, cada grupo con dos DIS; y, “Ferrallado y hormigonado” e “Instalaciones eléctricas y soldaduras”, con una no conformidad cada grupo, siendo este último clasificado RGI (figura 6.9a y figura 6.11a).

(a) Obra B, t1				
D. Protocolo OC/PV y Sistema ERL				
Bloque A: Requisitos básicos de evaluación				
n	N	Requisitos	Calificación	
			DIS	RG
54	6.5	¿Presentan los cuadros eléctricos dispositivos de parada de emergencia visibles y accesibles?	1	
99	12.7	Antes del hormigonado ¿son dispuestos los elementos necesarios para el posterior encaje de las barandillas ?	1	
102	13.3	¿Se realiza el tesado de armadura bajo supervisión de técnico especializado observando y dirigiendo la operación?	1	
103	13.4	¿Se ha realizado el mantenimiento adecuado del manómetro, de las mangueras y conexiones, la central de presión y el gato?	1	
108	14.4	¿Están claramente definidos el peso, los puntos de eslingado y los ángulos de la dirección del tiro de los elementos prefabricados ?	1	
109	14.5	¿Presentan los elementos prefabricados dispositivos para posterior colocación de los medios de protección colectiva (barras portables de seguridad, los soportes de barandillas y líneas de vida) cuando estos estén en su posición definitiva en obra ?	1	
121	15.5	¿Son los elementos auxiliares inspeccionados siempre que son reutilizados (como son las barras de pretensado)?	1	
125	15.9	¿Existe instrumentación que permita controlar el comportamiento del elemento especial y de la estructura en construcción (por ejemplo, movimientos, tensiones)? ¿Se han establecido umbrales de parada?	1	
125			7	1

(b) Obra B, t2				
D. Protocolo OC/PV y Sistema ERL				
Bloque A: Requisitos básicos de evaluación				
n	N	Requisitos	Calificación	
			DIS	RGI
i	1	Gestión		
18	2.4	¿Están las zonas de trabajo suficientemente separadas y/o protegidas de las vías de circulación interna de la obra, y están dichas vías correctamente señalizadas ?	1	
19	2.5	¿Hay iluminación adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural?		1
n	3	Protecciones contra caídas de materiales y personas	DIS	RGI
39	4.9	Si se usa un martillo neumático ¿está en perfectas condiciones de uso, con el mantenimiento requerido a este tipo de equipo, y en especial se controla el tiempo máximo de utilización por un trabajador debido a los riesgos derivados de la vibración ?		1
125			2	1

Figura 6.9 – Requisitos disconformes – Obra B en t1 y t2.

(a)		Obra B, t1
G. Normativas en No Conformidades		
54	6.5	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.3.c ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.179.200.I BR: NR18.21.13 BR: RTP05-4.1
99	12.7	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2, 12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b-11.c ES:RDL5/2000-Art.12.6-12.16.b.f BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.13.1
102	13.3	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.1 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.a ES:RDL5/2000-Art.13.7 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.9.7 BR: NR14931-8.2.1
103	13.4	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, Art.8.d ES: RD1627/1997-Art.5.2, Art.10.b ES:RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.182.II.186.200.I BR: NR18.9.7 BR: NR14931-AnexoA.8.3.5
108	14.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.I.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.B.1 ES:RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7
109	14.5	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2 RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b ES:RDL5/2000-Art.12.16.b.f BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR 18.13.1
121	15.5	UE: 92/57/CEE-Art.8.b ES: RD1627/1997-Art.10.b ES:RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.II.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7
125	15.9	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997- Art.5.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.II.III.184.186.200.I BR: NR18.9.3-18.37.7 BR: NBR6118-5.2.3.4 BR: NBR9061-13 BR: NBR14931-7.2.2.3-7.2.4

(b)		Obra B, t2
G. Normativas en No Conformidades		
18	2.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.10.2-10.4 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.11.b ES: RDL5/2000-Art.12.16.g BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR12.8 - NR18.22.12.e;18.27.1.g
19	2.5	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.8.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.9.a ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR17.5.3; 18.37.2.4
39	4.9	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.9.1.c UE: 89/655/CEE-Art.5 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.8.b ES: RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.186.200.I BR: NR12.106.d - NR18.22.1

Figura 6.10 – Normativas no conformes – Obra B en t1 y t2.

Ninguna de las irregularidades de *t1* se ha repetido en *t2*. Los requisitos disconformes en esta segunda evaluación fueron los 2.4 y 2.5 del grupo “Organización de la obra y condiciones de trabajo”, y 4.9 del grupo “Maquinaria y herramientas en general” (figura 6.9b y figura 6.11b). El requisito 2.5 representaba RGI.

El conjunto de normas incumplidas en las evaluaciones *t1* y *t2* están señaladas en la figura 6.10. Se puede identificar cuáles son las normas y sus artículos que dan base jurídica al requisito en los tres marcos legales elegidos en el método, el europeo, el español y el brasileño.

F. Indicadores					
F2. Distribución No Conformidades por grupos					
N	Grupos requisitos	Obra B			
		n ^{DIS}		n ^{RGI}	
		t1	t2	t1	t2
2	Organización de la obra y condiciones de trabajo	-	1	-	1
4.a	Maquinaria y herramientas en general	-	1	-	-
6	Instalaciones eléctricas y soldaduras	-	-	1	-
12	Ferrallado y hormigonado	1	-	-	-
13	Tesado de la armadura activa	2	-	-	-
14	Elementos prefabricados	2	-	-	-
15	Elementos especiales	2	-	-	-
Σ		7	2	1	1

Figura 6.11 – Distribución de No Conformidades por grupos – Obra B en *t1* y *t2*.

El análisis relativo a la estimación de la sanciones indicaron un impacto económico del orden de 133.188,00€ en *t1*. A pesar del incremento de cinco veces del número de trabajadores entre las dos evaluaciones, las infracciones han disminuido, resultando en un indicador económico de 45.078,00€ en *t2* (figura 6.12a).

Según la NR 28, el indicador económico para el caso brasileño sería de R\$ 35.242,99 (en *t1*), y de R\$ 12.846,88 en *t2*, como muestra la figura 6.12b.

(a) F. Indicadores			
Obra B			
F5.a Evaluación Económica España*			
	t1	t2	
I ^{ES-G}	5	2	
I ^{ES-MG}	3	1	
S ^{ES}	133.188,00 €	45.078,00 €	
S _{€→BRL}	304.734,14 BRL	103.138,46 BRL	
*Por el RDLS/2000 cambio [27/02/2012] BDE 1€ - 2,288 BRL			

(b) F5.b Evaluación Económica Brasil**		
	t1	t2
I ^{BR-11}	0	0
I ^{BR-12}	0	1
I ^{BR-13}	2	2
I ^{BR-14}	6	0
S ^{BR}	35.242,99 BRL	12.846,88 BRL
S _{BRL→€}	15.403,41 €	5.614,89 €
**Por la NR 28 cambio [27/02/2012] BDE 1€ - 2,288 BRL		

Figura 6.12 – Evaluación económica – Obra B en *t1* y *t2*.

El análisis de gravedad de los requisitos señalados *DIS* en *t1* indica que de los siete disconformes, cinco son muy graves. Añadiendo el requisito informado como RGI, señalado como muy grave por el Sistema ERL, se obtiene un *mg'* igual a seis, y el *g'* es igual a dos, en *t1*. En *t2* uno de los dos disconformes es un requisito muy grave conforme el Sistema, así que el *mg'* es igual a dos, y el *g'* es igual a uno (figura 6.13).

F. Indicadores		
Obra B		
F6. Gravedad de las no conformidades		
	t1	t2
<i>g'</i>	2	1
<i>mg'</i>	6	2

Figura 6.13 – Indicador de gravedad – Obra B en *t1* y *t2*.

Como se ha indicado anteriormente, del análisis de gravedad se obtiene el coeficiente de discrepancia *n'*_{*mg*} que es igual a cinco en *t1*, e igual a uno en *t2*. Calculada la fracción equivalente *f*, y los valores de referencia potencial (*V_p*) y real (*V_r*), se obtiene el índice básico *I_b*. Luego el *I_b* en *t1* fue igual a 0,920, o 92%, y en *t2* igual a 0,976, o 98%.

Obtenido el *n'*_{*mg*}, se puede calcular el factor de error-gravedad (φ_e). En *t1* el φ_e fue igual a 0,518, e igual a 0,952 en *t2*. Al tratarse de evaluaciones del tipo por obra, el coeficiente de parcialidad (φ_p) es igual a uno. La Figura 6.14 muestra los índices calculados para la obra B en *t1* y *t2*.

F. Indicadores							
Obra B							
F7. Evaluación Global							
t1							
Índice básico		Error		Parcialidad		Índice de Seguridad	
<i>V_r</i>	0,352	ρ_{RGI}	1	ρ_{AA}	1	<i>I_s</i>	0,48 crítico
<i>V_p</i>	4,384	n'_{mg}	5	ρ_{AE}	1		
<i>I_b</i>	0,920	φ_e	0,518	φ_p	1		
t2							
Índice básico		Error		Parcialidad		Índice de Seguridad	
<i>V_r</i>	0,104	ρ_{RGI}	1	ρ_{AA}	1	<i>I_s</i>	0,93 importante
<i>V_p</i>	4,296	n'_{mg}	1	ρ_{AE}	1		
<i>I_b</i>	0,976	φ_e	0,952	φ_p	1		

Figura 6.14 – Evaluación global – Obra B en *t1* y *t2*.

Finalmente, el índice de seguridad de la obra *I_s* es igual a 0,48, o 48% (estado crítico de seguridad) en *t1*, y 0,93, o 93% (estado importante de seguridad) en *t2*. Este dato indica una significativa mejoría en el nivel de seguridad de la obra, en un espacio de tiempo de ocho semanas, pero la obra sigue en estado de alerta importante de seguridad.

c) *Consideraciones sobre el impacto de las evaluaciones para la empresa*

Perteneciendo las dos obras a la misma empresa, cabe un análisis conjunto de los datos, y su impacto para la empresa. Los resultados indican que en $t1$ fueron 16 no conformidades, siendo 12 muy graves. De los mg' solamente una fue indicada como RGI en las evaluaciones de las dos obras. Esta diferencia se ha reflejado en el *coeficiente de error-gravedad* φ_e , una vez que es pertinente que una situación marcada muy grave debe coincidir con una situación de riesgo grave e inminente.

Es cierto que puede haber excepciones, pero debe tomarse como principio maximizar el factor seguridad. Es decir, el error en la evaluación de riesgos, debe siempre favorecer a lo más desfavorable. Al hacerlo se estará adoptando una postura conservadora en función de la prevención de un posible accidente.

El índice de seguridad I_s óptimo es igual a uno, por tanto cuanto más próximo a uno el error-gravedad φ_e , mejor el nivel de seguridad presentado por la obra. Los resultados alcanzados por las obras fueron I_s igual a 0,52 en $t1$ para la obra A, y 0,48 para la obra B en el mismo período como muestra la tabla 6.1. Ambas obras tienen estado crítico de seguridad.

Tabla 6.1 – Evaluación de riesgo de la empresa constructora.

	<i>Evaluación de riesgo de la empresa constructora</i>					
	<i>t1</i>			<i>t2</i>		
	<i>Obra A</i>	<i>Obra B</i>	Σ	<i>Obra A</i>	<i>Obra B</i>	Σ
Req nulos	0	2	2	4	0	4
n_{NA}	19	7	26	22	10	32
n_{CO}	98	108	206	95	112	207
n_{DIS}	8	7	15	4	2	6
n_{RGI}	0	1	1	0	1	1
S'_{ES}	172.128,00 €	133.188,00 €	305.316,00 €	47.124,00 €	45.078,00 €	92.202,00 €
S'_{BR}	R\$ 32.882,82	R\$ 35.242,99	R\$ 68.125,81	R\$ 19.756,08	R\$ 12.846,88	R\$ 32.602,96
g'	2	2	4	1	1	2
mg'	6	6	12	3	2	5
I_b	0,927	0,920	-	0,921	0,976	-
n'_{mg}	6	5	-	3	1	-
φ_e	0,561	0,518	-	0,763	0,952	-
I_s	0,52	0,48	-	0,70	0,93	-
Rango	<i>crítico</i>	<i>crítico</i>	-	<i>crítico</i>	<i>importante</i>	-

El indicador económico en la primera evaluación, presumía un coste de 305.316,00€ para la empresa, según la normativa española, o un coste del orden de R\$ 68.125,81 según la normativa brasileña.

En la segunda evaluación el coste ha reducido a 92.202,00€ (equivalente a 30% del valor en $t1$), o a R\$ 32.602,96 (equivalente a 48% en relación a $t1$). Esta diferencia en relación a la primera evaluación es en función de la reducción en el número de no conformidades, y

especialmente, en el número de requisitos muy graves, que están vinculados a los mayores valores de multa.

La segunda evaluación t_2 presentó una significativa mejoría en el nivel de seguridad de la obra. El número de no conformidades pasó de 16 en t_1 a 7 en t_2 . El número de requisitos graves se redujo a la mitad, saliendo de 4 a 2, y los requisitos muy graves pasaron de 12 a 5 en t_2 .

La evaluación del coeficiente de discrepancia n'_{mg} indica que en la obra A, de las cuatro disconformidades señaladas, tres eran del tipo muy grave. Llevando a un φ_e igual a 0,763. Consecuentemente el índice de seguridad I_s ha sido igual a 0,70, o 70% indicando que la obra A sigue en estado crítico de seguridad, aunque haya evolucionado en relación a la primera evaluación.

En el caso de la obra B, además de la mejoría del nivel de seguridad, reflejada por la reducción del número de no conformidades, el coeficiente de discrepancia pasó de 5 a 1 entre las dos evaluaciones.

Esta condición aproximó el φ_e a uno, indicando en realidad que el margen de error realizado por el evaluador fue mínimo. Consecuentemente el I_s de la obra resultó ser de un 93% a favor de la seguridad, pese a encontrarse la obra en un nivel importante de seguridad.

El método permite que el gestor de la empresa conozca la situación de las obras en términos de seguridad laboral, identificando las áreas que exigen mayor actuación, y el coste pasivo en términos de multas que están respaldadas legalmente. También proporciona un factor para la comparación del nivel de seguridad entre obras.

Además permitirá, a lo largo del tiempo, que se identifiquen cuáles son las tipologías estructurales que resultan ser más seguras, considerando factores como el método constructivo adoptado, el entorno donde se realiza la obra, observando los límites de interferencia en relación a terceros, y la región (comparando áreas dentro y fuera de un país).

6.3. Encuesta

Realizada la primera aplicación (t_1) de la versión final del método, se estructuró una encuesta (apéndice E) para verificar la consistencia y conformidad del método en relación a las aplicaciones en las obras.

La aplicación del método fue realizada por los responsables de la seguridad y salud laboral de cada una de las dos obras. Ambos tienen formación en ingeniería con especialidad en ingeniería de seguridad y salud laboral.

La primera pregunta cuestionaba si el protocolo era de fácil entendimiento, y seguidamente, si el protocolo había contribuido para la identificación de alguna situación de riesgos grave e inminente que pasaba inadvertida antes de la evaluación de la obra con el método. Las dos obras contestaron positivamente a las preguntas.

A continuación, se cuestionaba si el protocolo había contribuido a la adopción de nuevos procedimientos de operaciones, o el cambio de alguno. Las dos obras contestaron

positivamente, aun que no hubo descripción sobre la naturaleza de los cambios pretendidos o del nuevo procedimiento.

Sobre el tiempo destinado a la aplicación del protocolo, las respuestas coincidieron que hasta 2 horas fueron suficientes para la evaluación de la obra, y que éste es considerado un tiempo adecuado para la realización del reconocimiento de las condiciones de trabajo de sus respectivas obras.

Respecto a la periodicidad, la obra A contestó que consideraba satisfactoria una aplicación a cada trimestre, mientras que la obra B contestó que establecería una periodicidad mensual para evaluación de su obra.

Este breve, pero importante análisis respecto al método, valida el alcance de sus objetivos respecto a la eficacia en la identificación de factores de riesgos, y que asociada a la rápida respuesta facilitada por éste, le garantiza la eficiencia requerida cuando se trata de la prevención de accidentes.

Luego, se puede afirmar que el Método ERL facilita el control de los riesgos de accidentes, estando a cargo de los responsables por la seguridad y salud laboral de la obra implantar las medidas de prevención pertinentes.

6.4. Validación del Método

La validación del método planteado por este trabajo se hace a través del modelo propuesto por Landry, *et al.* (1983), también adoptado satisfactoriamente en la validación de métodos como el de Mikos y Ferreira (2004), Ijomah (2008) y Casals (2011). El modelo indica las directrices que deben ser cumplidas en los métodos destinados a sistemas y procesos, como es el caso del Método ERL.

Se presenta en el siguiente apartado las etapas básicas que componen el modelo de validación de Landry, *et al.* (1983) y su reproducción al Método ERL. A continuación se describen los tipos de validación pertinentes a cada etapa del método.

6.4.1. Etapas del modelo de validación

Son cuatro las etapas del modelo de validación, inicialmente se identifica la problemática existente en el sistema productivo que demanda una solución. La segunda etapa es el modelo conceptual que representa el problema identificado en el proceso.

La etapa siguiente es sobre el análisis formal, que traduce el modelo conceptual en datos matemáticos o en lenguaje de programación. La última etapa está dedicada a la solución que debe aportar un método o modelo dedicado a resolver un determinado problema.

a) Problemática

Para Landry, *et al.* (1983) la problemática deriva de la insatisfacción con el desarrollo del sistema. Traduciendo al caso de este trabajo, la insatisfacción consiste en los accidentes laborales, y el sistema, el proceso constructivo. Así, este trabajo se centra en la compleja tarea de controlar los riesgos de accidentes en las obras de construcción de grandes puentes y viaductos.

Es imperativo el control de todas las condiciones que puedan originar un hecho no previsto que resulte en pérdidas como son los accidentes e incidentes, debido a la contribución económica y social que el sector de la construcción aporta a un país, y la importancia económica que las obras de infraestructura aportan al desarrollo de una región, que pueden ser afectados por los altos costes humanos, sociales y económicos que implican los accidentes e incidentes.

El control de los riesgos en las obras de puentes y viaductos es considerado complejo por presentar un elevado número de actividades y operaciones que involucra el trabajo con grandes cargas y el empleo de elementos constructivos especiales, que a su vez demandan, todavía, importante intervención humana especializada en su proceso.

Al mismo tiempo, las obras se construyen en ambientes diversos, a veces en el campo, a veces en la ciudad, donde según la futura ubicación de la estructura se instala la obra y sus áreas de apoyo. Esta condición no permite el control sobre el entorno de la obra, contribuyendo a la complejidad de este tipo de actividad. Cabe a la obra adaptarse a un ambiente que no está preparado para recibirla, al contrario, por ejemplo, del sector industrial, cuyo diseño en su mayoría, fue definido según el proceso de producción.

Por ello, se demandan sistemas que optimicen el control sobre el proceso constructivo, y en este sentido, el método propuesto en este trabajo facilita una herramienta para la evaluación de riesgos laborales.

b) Modelo conceptual

El modelo conceptual transcribe el problema identificado en el proceso. Se describe el problema a través de un modelo con base en conceptos y según la percepción de los tomadores de decisión acerca del correcto funcionamiento del sistema. Marca cuáles son los objetivos y ordena unas directrices que deben ser seguidas en la toma de decisión a fin de caracterizar la problemática.

El modelo conceptual puede ser claramente identificado en el Método ERL cuando se estructura el protocolo para la evaluación de riesgos, detallado en el apartado 4.3.1 que presenta el Protocolo OC/PV y sus bases conceptuales. El protocolo tiene como parámetros de partida la clasificación del ambiente laboral en situaciones conforme, disconforme o de riesgos grave e inminente.

Para estructurar y garantizar una amplitud sobre todas las actividades y operaciones en obras de puentes y viaductos, fueron diseñados los grupos para verificación en obra. Cada grupo está, a su vez, dividido en requisitos para la evaluación de riesgos. Son 15 grupos compuestos por 125 requisitos.

c) Análisis formal

El análisis formal facilita el análisis del proceso, permitiendo identificar los fallos que puedan dar origen al problema. Traduce el modelo conceptual en datos matemáticos o en lenguaje de programación.

Es con el Sistema ERL que se realiza el análisis formal en el método propuesto por este trabajo. El sistema transcribe los factores de riesgo en un conjunto de indicadores que

permite el direccionamiento de las medidas de prevención de accidentes, como se puede verificar en el capítulo 5.

d) Solución

La última etapa del modelo de validación propuesto por Landry, *et al.* (1983) está destinado a la solución que debe aportar un método o modelo dedicado a resolver un determinado problema.

Los factores de riesgos identificados en la evaluación proporcionada por el Protocolo se transcriben al Procedimiento de NC (apartado 4.3.3), permitiendo que los problemas sean listados y determinadas sus respectivas medidas de prevención.

6.4.2. Tipos de validación

El modelo de validación propuesto por Landry, *et al.* (1983) consiste, básicamente, en evaluar la interacción entre sus fases (problemática, modelo conceptual, análisis formal y solución). Son cinco los tipos de validación: validación conceptual, validación lógica y experimental, validación operativa y validación de datos. A continuación, se describen los análisis realizados con el Método ERL que verifican las validaciones que se aplican en este caso.

a) Validación conceptual

La validación conceptual se destina a evaluar el grado de pertinencia de las hipótesis y teorías entre la *problemática* y el *modelo conceptual*. Landry, *et al.* (1983) afirman que la utilización del método que se propone es el principal objetivo de la validación conceptual.

Se analiza en este tipo de validación si la *problemática* es abordada desde una perspectiva adecuada conduciendo a soluciones pertinentes y si las variables adoptadas son representativas en relación al proceso y a la caracterización de los problemas.

La validación conceptual del Método ERL se hizo efectivamente durante la fase de aplicación de la primera versión del protocolo, como se comenta en el apartado 6.2, cuando fueron analizadas seis obras, resultando en una reestructuración de parte de los requisitos que forman la versión definitiva del protocolo presentado en este trabajo.

b) Validación lógica y experimental

La validación lógica y experimental evalúa la capacidad del *análisis formal* en describir correctamente y con precisión la *problemática* definida en el *modelo conceptual*, es decir, se refiere a la calidad y la eficiencia del mecanismo de solución empleado por un determinado método. Implica verificar si las variables establecidas son pertinentes y coherentes, y el impacto del lenguaje adoptado en el método para el sistema productivo.

La validación lógica y experimental del Método ERL se refleja en la pertinencia de los resultados de la aplicación del Protocolo (apartado 6.2.1) en obra según las encuestas presentadas en el apartado 6.3. Los resultados de la aplicación del protocolo reflejan con claridad los factores de riesgo, facilitando una intervención directa a través de la

implantación inmediata de medidas de prevención, y si es el caso, una intervención a medio plazo cuando se demanden cambios de procedimientos operativos.

A su vez los indicadores de seguridad facilitados por el Sistema ERL caracterizan las condiciones de trabajo informando cuántos son los factores de riesgos en obra, dónde se ubican, cuántos y cuáles son los trabajadores en exposición al riesgo de accidentarse, cuál es el nivel de gravedad de los factores de riesgos, cuáles son las normativas incumplidas por la obra con sus infracciones y sanciones, y el nivel de seguridad global de la obra.

Los cambios de los parámetros realizados entre las dos versiones del protocolo también componen el ítem de validación lógica y experimental, una vez que ha aportado mejor calidad de información al análisis formal del método.

c) Validación operativa

La validación operativa analiza la calidad y aplicabilidad de los resultados para los usuarios del método, y el uso del *análisis formal* respecto a la *problemática*. Este tipo de validación contribuye a que los tomadores de decisión acepten o rechacen las soluciones y recomendaciones del *análisis formal*, además de indicar si el modelo tiene el potencial para justificar el tiempo, los esfuerzos y los costes.

El diferencial de este tipo de validación respecto a las anteriores es la evaluación del potencial del método para justificar el empleo de esfuerzo, tiempo y coste en su aplicación.

El análisis de estos parámetros en el método propuesto por este trabajo se justifica en la encuesta (apartado 6.3) donde se indica que el método es de fácil comprensión y que demanda poco tiempo para su aplicación. También cabe resaltar que la aplicación del método no supone coste adicional para la empresa.

La aceptabilidad de los resultados del método pasa automáticamente por la decisión del evaluador (tomador de decisión) quién determina cuáles son las medidas preventivas que deben llevarse a cabo según el Procedimiento NC.

d) Validación de datos

La validación de datos trata de evaluar si las informaciones de entrada utilizadas para fundamentar un determinado método son consistentes. Luego se requiere una evaluación de las fuentes de datos utilizadas a lo largo del desarrollo de un método. Esta validación también trata de evaluar la consistencia de los datos utilizados para la prueba del modelo.

Los datos de entrada utilizados para la estructuración del Método ERL consisten en la legislación de seguridad y salud laboral (europea, española y brasileña), y en la revisión de literatura técnica y académica como se puede verificar en el capítulo 4, en el que a la vez que se presenta el método, se detalla la metodología empleada para su elaboración.

La prueba del método se hizo, como se ha comentado anteriormente, a través del análisis de las dos versiones del protocolo, en obras de construcción de puentes, como se describe el apartado 6.2. A continuación, los datos de salida del Protocolo, que a la vez son los datos de entrada del Sistema, fueron evaluados para su debido procesamiento, resultando en los indicadores presentados en el apartado 6.2.1.

6.5. Conclusiones

Este capítulo presentó la aplicación del método en dos obras de construcción, un puente y un puente atirantado; la encuesta realizada con los responsables de prevención de riesgos laborales de las referidas obras; y, la aplicación de un modelo de validación de investigación operativa.

Los resultados de la aplicación del método fueron satisfactorios demostrando ser viable su implantación en obras de construcción. El método facilitó con claridad el nivel de seguridad de las condiciones de trabajo en la obra. Presentó los indicadores cuantitativos que describen cuántos y cuáles son los factores de riesgos, donde se ubican, y la clasificación de gravedad de las situaciones irregulares identificadas en las dos obras.

El método también demostró el pasivo en multas a que estaban sujetas las obras, según con su grado de infracciones y las sanciones previstas legalmente. Conjuntamente fueron determinados los índices de seguridad de las obras, considerando las condiciones de riesgos reales y potenciales, y estimando el *coeficiente de error-gravedad* cometido en la evaluación en obra.

Con la verificación en las dos obras fue posible constatar que el método es eficiente al identificar los factores de riesgos, y han permitido el control inmediato de condiciones que podrían contribuir con un accidente o incidente, tal como han contestados los responsables de la prevención de riesgos laborales de las obras.

Se finaliza este capítulo con la aplicación del modelo de validación operativa. Éste es un modelo que indica si es eficiente un método para la evaluación de procesos, como es el caso del Método ERL, y cuáles son los tipos de validación a que debe ser sometido.

Se hizo un paralelismo entre las directrices marcadas por el modelo, y su correspondencia en el Método ERL validando conceptualmente la propuesta de este trabajo.

A continuación se hizo una valoración del Método según cada uno de los tipos de validación que propone el modelo de validación de investigación operativa. De esta evaluación se comprobó que el Método cumple los requisitos de verificación que deben dar lugar un sistema de evaluación de procesos.

Se concluye que la propuesta de este trabajo cumple los requisitos que forman un modelo sistémico para la evaluación de riesgos laborales, que su aplicación es viable, y que los resultados cumplen con los objetivos propuestos por el método ERL.

7. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

7.1. Conclusiones

El método de evaluación de riesgos desarrollado cumple con los objetivos señalados en el capítulo 2. Permite el reconocimiento de las situaciones que puedan originar graves accidentes laborales, a través del seguimiento del proceso constructivo confrontándolo con los requisitos de prevención.

El método facilita una sistemática de evaluación de las condiciones de trabajo que permite a las empresas constructoras identificar, evaluar y controlar los factores de riesgos de accidentes.

El método propuesto se destaca por su carácter general, que le permite aplicar a cualquier tipo de obra. Pero para garantizar una evaluación de riesgos consistente, se debe particularizar al tipo de obra en análisis. En este trabajo, se ha diseñado el método para obras de puentes y viaductos, considerando los criterios específicos en este tipo de obras.

Se comentan las conclusiones del trabajo desarrollado según los bloques que componen el método: protocolo, procedimiento de control de riesgos, y sistema para evaluación de datos e indicadores.

1. El protocolo aporta una herramienta que sistematiza el reconocimiento de los riesgos *in situ* de complejos ambientes de trabajo como son las obras de construcción.

- Se constata que el protocolo reúne en un único documento requisitos que traducen al lenguaje técnico un conjunto de 44 normativas. Asociados a éstos, se encuentran los requisitos estructurados desde especificidades inherentes a los métodos constructivos usualmente utilizados en obras de puentes y viaductos.

Se concluye que el protocolo es un importante medio de asociación de áreas distintas, como la técnica y la jurídica, pero con actuaciones simultáneas sobre un mismo objeto, las obras de construcción. El protocolo traduce, agrupa y recopila ordenamientos de distintas esferas a sencillos ítems de verificación.

- Los ítems de verificación, o requisitos, pueden recibir dos tipos de clasificación que varían de acuerdo con el grado de peligro que supone la irregularidad señalada. Estas irregularidades pueden ser clasificadas como *disconformes* a los criterios de prevención de accidentes, o como situaciones de *riesgo grave e inminente*.

Se concluye que la estructura de reconocimiento de los riesgos es eficaz. La clasificación de los factores de riesgos en dos niveles es objetiva al señalar dos opciones para indicar la gravedad de dichas irregularidades; si representa disconformidad según los criterios de la prevención de accidentes, o, si además de disconforme, supone riesgo grave e inminente de accidente, es decir, representa riesgo de accidente grave e inminente.

La clasificación en estos dos niveles de riesgos, canaliza la acción preventiva en dos tipos de intervención, si es riesgo grave e inminente, el área debe ser aislada y paralizada la actividad que expone los trabajadores a ésta. Si es una disconformidad, hay un margen mayor para la implantación de las medidas de prevención.

Se verifica que la clasificación en sí, es a la vez un indicador de la magnitud del riesgo y una alerta sobre la intervención requerida en la obra. Esta alerta indica directamente el tipo de intervención que debe ser realizado en la obra. Si el factor de riesgo representa riesgo grave e inminente, el área de riesgo debe ser aislada de inmediato, o paralizadas las actividades involucradas.

- La identificación de las irregularidades, o factores de riesgos, *in situ*, considerando que las operaciones y actividades están debidamente asignadas y definidas, converge con la identificación del equipo de trabajadores en el radio de acción, o en exposición a este factor de riesgo, y consecuentemente a su fuente de peligro.

De ello, se concluye que el protocolo es también una herramienta que facilita la identificación de los trabajadores más susceptibles de sufrir un accidente laboral; y en este caso, es muy importante su participación en el proceso de prevención de accidentes, ya sea con la proposición de cambios en el procedimiento de ejecución o comprometiéndose con un comportamiento preventivo.

- Se verifica que el protocolo se adapta a la necesidad de evaluación de la obra, tanto si se requiere una evaluación global de la obra como si se evalúa una actividad determinada.

Se concluye que el protocolo tiene carácter versátil y se adapta de manera dinámica a la necesidad de evaluación requerida en la obra. Si la demanda es por la evaluación de una determinada actividad, los ítems de verificación del protocolo se limitan a los que aplican a dicha actividad, optimizando el proceso de la evaluación.

- El protocolo aporta un nuevo modelo de evaluación de riesgos, a través del análisis de riesgos macro. Adicionalmente a las evaluaciones convencionales que suelen proponer la verificación localizada de los factores de riesgos, el protocolo facilita una evaluación global de los procedimientos y operaciones que presenten fallos y puedan contribuir a un accidente de grandes proporciones.

Es sabido que los accidentes no tienen una única causa sino son consecuencia de un conjunto de factores. En este sentido, el protocolo permite una evaluación macro de todo el proceso constructivo, desde la evaluación de riesgos en los proyectos y procedimientos de ejecución, hasta el ambiente donde se desarrollan. Este tipo de análisis permite identificar los puntos débiles o indefinidos evitando la improvisación de medios para la realización de ciertos procedimientos.

Igualmente identifica si se cumplen los procedimientos internos de seguridad de la empresa constructora, y evalúa la conformidad entre el plan de seguridad y salud y las operaciones ejecutadas en obra.

- La verificación del protocolo se ha realizado en dos etapas. En la primera el protocolo fue enviado para comprobación en seis empresas con obras de puentes y viaductos. Se identificaron los ajustes necesarios siendo posible redactar la versión final del protocolo. En la segunda etapa el protocolo fue enviado para aplicación a una empresa, que se lo ha distribuido entre dos de sus obras, una de construcción de un puente y la otra de construcción de un puente atirantado.

Se concluye que el protocolo cumple con sus objetivos, es de fácil entendimiento y ha contribuido a la identificación de situaciones de riesgo grave e inminente que pasaban inadvertidas. Ha contribuido a la adopción de nuevos procedimientos de operaciones o el cambio de los mismos.

Es eficiente por permitir su aplicación en sólo 2 horas, en la evaluación del tipo por obra, lo que se considera un tiempo adecuado, aunque este tiempo es variable con la magnitud de la obra.

En definitiva, se ha validado el alcance de objetivos del protocolo respecto a la eficacia en la identificación de factores de riesgos, y que asociada a la rápida respuesta facilitada por éste, le garantiza la eficiencia requerida cuando se trata de la prevención de accidentes.

2. El procedimiento de control de riesgos, es un documento que estructura las acciones subsecuentes a la identificación de los factores de riesgos.

- El procedimiento consiste en un sistema para el registro de las irregularidades identificadas en la obra, de las soluciones planteadas y de sus responsables por ponerlas en práctica. Además establece un límite para su cumplimiento y verificación.

Se concluye que el procedimiento indica las acciones necesarias para el control de los riesgos y constituye un importante elemento de comprobación de la efectiva promoción de la seguridad de los trabajadores.

3. El sistema de análisis de datos realiza el tratamiento de las informaciones obtenidas con el protocolo.

- El sistema está diseñado en un archivo de procesamiento de datos automatizado que, a partir de los parámetros de entrada, proporciona los indicadores que caracterizan las condiciones de trabajo del ambiente evaluado.
- El protocolo está integrado en el sistema siendo su elemento central. A partir de éste se ha estructurado el modelo de análisis de las informaciones. Los requisitos fueron analizados y clasificados según: normativas de origen, gravedad, tipo de exposición de riesgo que supone al trabajador, y nivel de infracción que supone su incumplimiento.
- Los parámetros de entrada se establecen a partir de la evaluación *in situ* del requisito, que puede recibir las siguientes clases de calificación: conforme (CO), disconforme (DIS) y riesgo grave e inminente (RGI), o incluso el registro de requisito no aplica (NA).
- Los parámetros de salida se determinan según los conceptos que los definen. Cuando un requisito es clasificado no conforme (DIS o RGI), el sistema indica: las normativas (europea, española y brasileña) que fundamentan legalmente la irregularidad detectada; el nivel de gravedad que supone dicha irregularidad, si grave o muy grave; la tipología de exposición de riesgo al trabajador, si directa o indirecta; y las sanciones previstas legalmente a partir de la infracción asociada al requisito marcado como irregular.
- Igualmente se ha establecido el cálculo de indicadores cuantitativos que permitan un mejor análisis de las condiciones de trabajo. Se ha establecido un conjunto de formulaciones que indican: la fracción equivalente unitaria del requisito sobre el total en función de su peso; el valor de riesgo real de la obra; el valor de riesgo potencial presente en la obra; un índice básico de seguridad calculado a partir de estos elementos; y dos factores de minoración que resultarán en el índice de seguridad global de la obra.
- El primer factor de minoración, aunque llamado coeficiente de error-gravedad, resalta los parámetros que representan mayor peligrosidad *in situ*. Se calculan a partir del supuesto error cuando el evaluador relaciona una disconformidad a un ítem de verificación clasificado muy grave. El segundo elemento para el cálculo de este coeficiente es el sumatorio de las condiciones de riesgo grave e inminente.
- Finalmente el *índice de seguridad global* se calcula a través del índice básico, del coeficiente de error-gravedad, y de un segundo coeficiente denominado de

parcialidad. Éste se ha estructurado para las evaluaciones del tipo por actividad, que se limitan a analizar parte de las operaciones realizadas en obra.

Se concluye que el sistema traduce informaciones cualitativas, identificadas en un análisis de seguridad *in situ*, a parámetros matemáticos que contribuyen a un mejor entendimiento de las condiciones de trabajo, las cuales están bajo una estricta reglamentación legal.

Se verifica que la legislación de prevención de riesgos laborales condiciona claramente la responsabilidad del empresario para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, aunque también los ingenieros pueden ser demandados por vías civil y penal al exponer los trabajadores a factores de riesgos.

Se concluye que a los ingenieros, debido a sus atribuciones, se les asigna una importante responsabilidad sobre la prevención de accidentes, respaldada por la llamada responsabilidad profesional (responsabilidad penal; responsabilidad civil: contractual y extracontractual; responsabilidad administrativa y responsabilidad laboral).

En este sentido, se verifica que el método que se ha propuesto en este trabajo es, también, un instrumento fiable para el auxilio a los ingenieros en el control de los riesgos de accidentes, que ofrece una estructura de seguimiento de estos riesgos a través de indicadores.

Los indicadores básicos de seguridad facilitan el conocimiento de la situación de la obra en términos de seguridad laboral, con la cantidad de incidencias por clase de no conformidad, si disconforme o riesgo grave e inminente, las áreas donde se localizan los riesgos y consecuentemente demandan mayor intervención.

El análisis global de todos los indicadores básicos se hace a través del índice global de seguridad que reúne en un único indicador todos los parámetros respecto a la evaluación de riesgos.

La aplicación del protocolo en las dos obras que se ha comentado anteriormente, ha presentado indicadores coherentes con la situación identificada en obra. La obra A presentó un índice de seguridad global de 0,52 en la primera evaluación, situándola en estado crítico de seguridad. En esta primera evaluación se informó de la existencia de dos requisitos clasificados graves y seis clasificados muy graves.

La segunda evaluación de la misma obra A demostró mejoría en relación a la primera evaluación. El índice de seguridad global ha mejorado, pasando de los 0,52 de la primera evaluación a 0,70 en la segunda. No obstante, el índice muestra que la obra sigue en el rango crítico de seguridad, y consecuentemente requiere el mismo grado de intervención para el control efectivo de los riesgos.

La segunda obra evaluada, en su primer análisis presentó un índice de seguridad global de 0,48, coherente con los seis requisitos muy graves y los dos requisitos graves. Igualmente la obra se encontraba en estado crítico

de seguridad. En la segunda evaluación, la obra presentó una mejora significativa en la función seguridad, con un índice de seguridad global de 0,93, relativo a los tres requisitos no conformes, un grave y dos muy graves. No obstante, a pesar de la significativa mejoría en la seguridad de la obra, el índice de seguridad se encuadra con un riesgo importante de seguridad.

Se concluye que el índice de seguridad es un indicador fiable y coherente para la representación de la magnitud de riesgos en una obra de construcción, en función de:

- i. Se ha estudiado el patrón de comportamiento de un conjunto de 586 evaluaciones de riesgos realizadas en obras de construcción, donde se ha identificado la distribución de probabilidad y la función matemática con buen ajuste a los datos (*Log-Pearson 3*). Este estudio llevó a la determinación de rangos para una consistente clasificación (crítico, importante, moderado y óptimo) con base en el comportamiento real de obras en relación a seguridad laboral.
- ii. Se ha realizado un estudio paramétrico del modelo propuesto para la determinación del índice de seguridad global. Este estudio obtuvo respuestas coherentes en más de 180.000 posibles combinaciones de los datos de entrada sobre su influencia en el índice de seguridad global. También se hizo el estudio de sensibilidad del índice de seguridad global en relación a variaciones de los parámetros.
- iii. De los dos estudios se concluye que I_s es más sensible a las variaciones de n_{RGI} , teniendo éste mayor influencia sobre I_s ; e, I_s es menos sensible a las variaciones de n_{DIS} que es menos influente sobre I_s .

En definitiva, se puede afirmar que el Método ERL propuesto por este trabajo facilita el control de los riesgos de accidentes a través de indicadores y que contribuye a la mejoría de las condiciones de trabajo en obras de construcción.

7.2. Futuras líneas de investigación

Algunas sugerencias para futuras líneas de investigación se presentan a continuación.

- Evaluación de riesgo por tipo actividad:

Se propone que sea investigada la eficacia del protocolo para aplicación del tipo por actividad. No ha sido comprobado en este trabajo si el protocolo se adapta satisfactoriamente a evaluación de riesgo del tipo por actividad. Es decir, realizar una evaluación de riesgos de un ciclo completo de determinada actividad en la obra. La actividad en observación debe representar una importante etapa del procedimiento constructivo y que un ciclo de ejecución requiera la observación por un prolongado periodo. Este tipo de evaluación debe permitir analizar todas sus etapas de desarrollo, al contrario de la observación de carácter puntual de la evaluación del tipo por obra, validada en este trabajo.

Igualmente se propone el estudio de respuesta del sistema propuesto en este trabajo y sus indicadores a este tipo de evaluación.

- Estudio sobre los costes de riesgos y los factores de riesgos:

Se han publicado trabajos relativos a los costes originados por accidentes laborales, pero ninguno que estudie el coste de la prevención de accidentes. El primer objetivo sería evaluar el presupuesto de las obras destinado a la prevención de riesgos laborales y su alcance real en la ejecución de la obra.

Un segundo objetivo sería refinar el cálculo del indicador económico propuesto en este trabajo de manera a aproximarlos mejor a lo practicado. Se ha constatado una amplitud significativa entre los valores de las multas, y no se ha identificado en la literatura, académica o legal, un procedimiento que defina su correcta aplicación.

El tercer objetivo sería confrontar los datos del objetivo anterior con las sanciones practicadas por las autoridades gubernamentales.

Un último análisis sería evaluar el impacto de las inspecciones del trabajo y las sanciones impuestas por éstas en las empresas. Identificar con qué criterios se definen dichos valores, cómo se aplican los altos valores de las sanciones, y fundamentalmente verificar cuál es el efecto real a las empresas de las sanciones.

- Riesgos de accidentes y tipología estructural

Se propone realizar el seguimiento de obras de construcciones según su tipología estructural. En este tipo de análisis se confrontarían los factores de riesgos según la tipología estructural, el método constructivo adoptado, los medios y tecnologías disponibles, y otros factores que influyan directamente en el procedimiento constructivo.

De los análisis se identificaría que métodos constructivos son más o menos peligrosos según la tipología estructural en ejecución.

- Análisis de la exposición de los trabajadores a riesgos de accidentes

En este trabajo no se ha podido comprobar la eficiencia del indicador de evaluación de la exposición de los trabajadores a los factores de riesgos. La identificación de los grupos de trabajadores expuestos al riesgo de accidentarse contribuye a la adopción de adecuadas medidas de prevención.

Adicionalmente se puede asociar a esta línea de investigación el análisis de los riesgos psicosociales comentados en el estado del arte. Esta área del estudio, se dedica no solamente a estudiar el comportamiento del trabajador en el ambiente de trabajo como consecuencia de la influencia de los factores laborales, pero también de los factores sociales en el contexto en que se encuentra el trabajador.

REFERENCIAS

1. ABHO – Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais (2004). *Introdução à Higiene Ocupacional*. In: XI Encontro Brasileiro de Higienistas Ocupacionais. São Paulo.
2. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1985). NBR 9061:1985 – Segurança de escavação a céu aberto.
3. _____. (2004a). NBR 6118:2003 – Projeto de estruturas de concreto – procedimento.
4. _____. (2004b). NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – procedimento.
5. ACHE - Asociación Científico-técnica del Hormigón Estructural. Recomendaciones relativas a seguridad y salud para la ejecución de estructuras de hormigón: Puentes y Estructuras de edificación convencionales. ACHE. ISBN 978-84-89670-716. 2011.
6. Adam, J. M., Pallares, F. J., y Calderon, P. A. *Falls from height during the floor slab formwork of buildings: current situation in Spain*. **Journal of Safety Research**, 40, no. 4 (2009): 293-99.
7. Appel, B. *Ramazzini, Bernardino*. **New England Journal of Medicine**, 249, no. 16 (1953): 670-70.

8. Barcelona [em línea]: Butlletí Oficial de la Província de Barcelona. [Consulta: 15 junio 2012]. Disponible a: [web](#).
9. Barkokébas Jr., B. *Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil*. Recife, 1997.
10. Barkokébas Jr., B., et al. *Análise das Condições de Trabalho dos Prestadores de Serviço da CELPE*. Recife, 2002.
11. _____. *Implantação do sistema de gestão em segurança saúde no trabalho na indústria da construção civil. Estudo de caso: reforma de escola pública na cidade do Recife/PE – BRASIL*. In **APERGO 2003**. Eds. Associação Portuguesa de Ergonomia, Porto, 2003.
12. _____. *Safety indicators and their impact on the management system in a construction company*. In **SHO 2009**: International Symposium on Occupational Safety and Hygiene. Eds. Portuguese Soc. Occupational Safety & Hygiene, Guimarães, 2009, pp. 75-79.
13. Belloví, M., et al. **Condiciones de trabajo y salud**. 5ª ed. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT, 2003.
14. Bernal Herrer, J. (1996). **Formación general de seguridad e higiene del trabajo**. Madrid: Tecnos, 1996.
15. Box, G. E. P.; Hunter, J. S.; Hunter, W. G. **Statistics for experimenters: design, innovation, and discovery**. 2nd. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, 2005. XVII, 633 p. ISBN 0471718130.
16. Brandsæter, A. *Risk assessment in the offshore industry*. **Safety Science**, 40, no. 1-4 (2002): 231-69.
17. Brasil [en línea]: *Lei n. 6.514 de 22 de dezembro de 1977*. [Consulta: 2011a]. Disponible a: [web](#).
18. _____. [en línea]: *NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção*. [Consulta: 2011b]. Disponible a: [web](#).
19. _____. [en línea]: *Lei 8.213 Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências* [Consulta: 2011c]. Disponible a: [web](#).
20. _____. Ley nº7.410, de 27 de noviembre de 1985, que dispone sobre la formación de los Ingenieros y Arquitectos en Ingeniería de Seguridad en el Trabajo, y del técnico en Seguridad del Trabajo (Brasil, 2012a)
21. _____. CPR/PE: Comité Permanente Regional de Pernambuco – resolución sobre la utilización del DR, (“*Comitê Permanente Regional de Pernambuco – CPR, resolução sobre a utilização do DR*”) (Brasil, 2012b,e)
22. _____. *Decreto-Lei nº 02 de 17 de março, Convenio 155 da OIT*. [Consulta: 2012c] Disponible a: [web](#)
23. _____. [en línea]: *NR 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 28, 33*. [Consulta: 2012d]. Disponible a: [web](#).
24. _____. [en línea]: *RTP 01 - Medidas de proteção contra quedas de altura*. [Consulta: 2012f]. Disponible a: [web](#).
25. _____. [en línea]: *RTP 03 - Escavações, fundações e desmonte de rochas*. [Consulta: 2012g]. Disponible a: [web](#).

26. _____. [en línea]: *RTP 04 - Escadas, rampas e passarelas*. [Consulta: 2012h]. Disponible a: [web](#).
27. _____. [en línea]: *RTP 05 - Instalações elétricas temporárias em canteiros de obras*. [Consulta: 2012i]. Disponible a: [web](#).
28. _____. [en línea]: *Lei n. 10.406, de 10 de janeiro de 2002*. [Consulta: 2012o]. Disponible a: [web](#).
29. _____. [en línea]: *Decreto-Lei n. 2.848, de 7 de dezembro de 1940*. [Consulta: 2012p]. Disponible a: [web](#).
30. _____. Ley 7.209/1984 – Código Penal: Ley n. 7.209, de 11 de julio de 1984. Actualizada por el Decreto-Ley n. 2.848, de 7 de diciembre de 1940 – Código Penal, y da otras providencias, (*“Código Penal - Lei nº 7.209, de 11 de julho de 1984. Altera dispositivos do Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940 - Código Penal, e dá outras providências”*) (Brasil, 2011j).
31. Callejón-Ferre, A. J., Pérez-Alonso, J., Carreño-Ortega, A., y Velázquez-Martí, B. *Indices of ergonomic-psychosociological workplace quality in the greenhouses of Almería (Spain): Crops of cucumbers, peppers, aubergines and melons*. **Safety Science**, 49, no. 5 (2011): 746-50.
32. Cambraia, F. B., Saurin, T. A., y Formoso, C. T. *Identification, analysis and dissemination of information on near misses: A case study in the construction industry*. **Safety Science**, 48, no. 1 (2010): 91-99.
33. Camino López, M. A., et al. The special severity of occupational accidents in the afternoon: *“The lunch effect”*. **Accident Analysis & Prevention**, 43, no. 3 (2011): 1104-1116.
34. Canavos, G. C. **Probabilidad y estadística: aplicaciones y métodos**. México etc.: McGraw-Hill, 1988. XIX, 651 p. ISBN 9684518560
35. Carnero, M. C. y Pedregal, D. J. *Modelling and forecasting occupational accidents of different severity levels in Spain*. **Reliability Engineering and System Safety**, 95 (2010) 1134–1141.
36. Casals, Alba F. *Contributions to the measurement, monitoring and evaluation of environmental performance in construction sites*. Universitat Politècnica de Catalunya – UPC, 2011.
37. CICCOP - Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. **La Responsabilidad Profesional de los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos**. Cuadernos para la ordenación del ejercicio profesional nº 7. 2007.
38. CNC – Confederación Nacional de la Construcción. Manual de cimbras autolanzables. Depósito Legal: NA - 2955/2007. 2007.
39. Conte, J. C., Rubio, E., Garcia, A. I., y Cano, F. *Occupational accidents model based on risk-injury affinity groups*. **Safety Science**, 49, no. 2 (2011): 306-14.
40. Duijm, N. J., Fievez, C., Gerbec, M., Hauptmanns, U., y Konstandinidou, M. *Management of health, safety and environment in process industry*. **Safety Science**, 46, no. 6 (2008): 908-920.
41. ESPAÑA. [en línea]: Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. [Consulta: 2011a]. Disponible a: [web](#).

42. _____. [en línea]: Ley General de la Seguridad Social. [Consulta: 2011b]. Disponible a: [web](#).
43. _____. [en línea]: Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. [Consulta: 2011c]. Disponible a: [web](#).
44. _____. [en línea]: Instrumento de Ratificación del Convenio número 155 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Seguridad y Salud de los Trabajadores y Medio Ambiente de Trabajo, adoptado en Ginebra el 22 de junio de 1981. [Consulta: 2011d]. Disponible a: [web](#).
45. _____. [en línea]: Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción RD 1627/1997. [Consulta: 2012a]. Disponible a: [web](#).
46. _____. [en línea]: Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. [Consulta: 2012b]. Disponible a: [web](#).
47. _____. [en línea]: Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo, RD 1215/1997. [Consulta: 2012c]. Disponible a: [web](#).
48. _____. [en línea]: Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. [Consulta: 2012d]. Disponible a: [web](#).
49. _____. [en línea]: Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. [Consulta: 2012e]. Disponible a: [web](#).
50. _____. ITC-BT-33 - Instalaciones con fines especiales instalaciones provisionales y temporales de obras, Ministerio de Ciencia y Tecnología.
51. _____. ITC-BT-24 - Instalaciones interiores o receptoras protección contra los contactos directos e indirectos, Ministerio de Ciencia y Tecnología.
52. _____. ITC-BT-08 - Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica, Ministerio de Ciencia y Tecnología.
53. _____. [en línea]: Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. [Consulta: 2012i]. Disponible a: [web](#).
54. _____. [en línea]: Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el 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. [Consulta: 2012j]. Disponible a: [web](#).
55. _____. [en línea]: RD 39/1997 - Aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. [Consulta: 2012k]. Disponible a: [web](#).
56. _____. [en línea]: Real Decreto legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social. [Consulta: 2012l]. Disponible a: [web](#).

57. _____. [en línea]: Ley orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal. [Consulta: 2012m]. Disponible a: [web](#).
58. _____. [en línea]: Real decreto de 24 de julio de 1889 por el que se publica el Código Civil. [Consulta: 2012n]. Disponible a: [web](#).
59. _____. [en línea]: Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Disponible a: [web](#).
60. _____. EU-OSHA – European Agency for Safety and Health at Work. [en línea]: **Risk assessment**. Disponible a: [web](#).
61. _____. [en línea]: **Legislación comunitaria en materia de salud y seguridad**. [Consulta: 29 septiembre 2011b]. Disponible a: [web](#).
62. _____. [en línea]: **Online Interactive Risk Assessment – OiRA**. [Consulta: 15 octubre 2011c]. Disponible a: [web](#).
63. Flin, R., Mearns, K., Gordon, R., y Fleming, M. *Risk perception by offshore workers on UK oil and gas platforms*. **Safety Science**, 22, no. 1-3 (1996): 131-45.
64. Fundación Mapfre, 2000. **Nuevos enfoques de las Técnicas de Prevención**. Madrid: Editorial MAPFRE.
65. Gadd, S. A., Keeley, D. M., y Balmforth, H. F. *Pitfalls in Risk Assessment: Examples from the UK*. **Safety Science**, 42, no. 9 (2004): 841-57.
66. Gangolells, M., Casals, M., Forcada, N., Roca, X., y Fuertes, A. *Mitigating construction safety risks using prevention through design*. **Journal of Safety Research**, 41, no. 2 (2010): 107-22.
67. Gowen, L. D., Collofello, J. S., y Calliss, F. W. *Preliminary hazard analysis for safety-critical software systems*. In Eleventh Annual International Phoenix Conference on Computers and Communications - **IPCCC – IEEE**. 1992.
68. Groth, K., Wang, C. D., y Mosleh, A. *Hybrid causal methodology and software platform for probabilistic risk assessment and safety monitoring of socio-technical systems*. **Reliability Engineering & System Safety**, 95, no. 12 (2010): 1276-85.
69. Haslam *et al.* *Contributing factors in construction accidents*. **Applied Ergonomics**, 36 (2005): 401-415.
70. Hohnen, P., y Hasle, P. *Making work environment auditable – A ‘critical case’ study of certified occupational health and safety management systems in Denmark*. **Safety Science**, (2011), doi:10.1016/j.ssci.2010.12.005
71. Hollnagel, E. *Risk plus barriers = Safety?* **Safety Science**, 46, no. 2 (2008): 221-229.
72. Hollnagel, E., y Woods, D. D. *Cognitive systems engineering: New wine in new bottles*. **International Journal of Human Computer Studies**, 51, no. 2 (1999): 339-56.
73. Holmberg, J. *Risk follow-up by probabilistic safety assessment - experience from a finnish pilot study*. **Reliability Engineering & System Safety**, 53, no. 1 (1996): 3-15.
74. Hughes, P. y Ferrett, E. **Introduction to health and safety in construction: the handbook for construction professionals and students on NEBOSH and other construction courses**. 3th ed. Amsterdam: Butterworth-Heinemann - Elsevier, 2008.

75. Ijomah, W. L. *A tool to improve training and operational effectiveness in remanufacturing*. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, 21, no. 6 (2008): 676-701.
76. ILO – International Labour Office. [en línea]: **Construction**. [Consulta: 18 ago 2004]. Disponible a: [web](#).
77. _____. *Guidelines on occupational safety and health management systems - ILO-OSH 2001*. Geneva, 2001.
78. _____. [en línea]: **Seguridad y Salud** [Consulta: 10 mayo 2012]. Disponible a: [web](#).
79. INE – Instituto Nacional de Estadística [en línea]: Encuesta Población Activa. [Consulta: 30 enero 2009]. Disponible a: [web](#).
80. _____. [en línea]: Contabilidad Nacional de España. [Consulta: 06 junio 2012]. Disponible a: [web](#).
81. INSHT – Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. [en línea]: Estadística de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales 1999 - 2006. [Consulta enero 2008]. Disponible a: [web](#).
82. Jannadi, O. A. *Risks associated with trenching works in Saudi Arabia*. **Building and Environment**, 43, no. 5 (2008): 776-81.
83. Jannadi, O. A. y Almishari, S. *Risk assessment in construction*. **Journal of Construction Engineering and Management-Asce**, 129, no. 5 (2003): 492-500.
84. Johnstone, R., Quinlan, M., y McNamara, M. *OHS inspectors and psychosocial risk factors: Evidence from Australia*. **Safety Science**, 49, no. 4 (2011): 547-57.
85. Jørgensen, K., Duijm, N. J., y Troen, H. *Accident prevention in SME using ORM*. **Safety Science**, 48, no. 8 (2010): 1036-43.
86. Kennedy, R., y Kirwan, B. *Development of a hazard and operability-based method for identifying safety management vulnerabilities in high risk systems*. **Safety Science**, 30, no. 3 (1998): 249-74.
87. Khan, F. I., y Abbasi, S. A. *Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries*. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, 11, no. 4 (1998): 261-77.
88. _____. *Analytical simulation and PROFAT II: A new methodology and a computer automated tool for fault tree analysis in chemical process industries*. **Journal of Hazardous Materials**, 75, no. 1 (2000): 1-27.
89. _____. *Risk analysis of a typical chemical industry using ORA procedure*. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, 14, no. 1 (2001): 43-59.
90. Kiureghian, A. D., y Birkeland, P. *Risk assessment for satellite launch operations*. Edited by R. E. Melchers and M. G. Stewart, Applications of Statistics and Probability, Vols 1 y 2 - **Civil Engineering Reliability and Risk Analysis**. 2000.
91. Lago, E. M. G., et al. *Training as a factor for change in risk behavior. Case study: Construction of channels*. Edited by P. Arezes, J. S. Baptista, M. P. Barroso, P. Carneiro, P. Carneiro, N. Costa, R. Melo, A. S. Miguel and G. P. Perestrelo, SHO 2010: International Symposium on Occupational Safety and Hygiene (2010).

92. Landry, M., Malouin J-L., Oral, M. *Model validation in operations research*. **European Journal of Operational Research**, 14 (1983) 207 – 220.
93. Leka, S., Jain, A., Iavicoli, S., Vartia, M., y Ertel, M. The role of policy for the management of psychosocial risks at the workplace in the European Union. **Safety Science**, 49, no. 4 (2011): 558-64.
94. Lingard, H. y Rowlinson, S. *Occupational health and safety in construction project management*. New York: Spon Press, 2005.
95. López, M. A. C., Ritzel, D. O., Fontaneda, I., y Alcantara, O. J. G. *Construction industry accidents in Spain*. **Journal of Safety Research**, 39, no. 5 (2008): 497-507.
96. Maiti, J. *Development of worksystem safety capability index (WSCI)*. **Safety Science** 48, no. 10 (2010): 1369-79.
97. MathWave Technologies. **EasyFit 5.5 Professional**. Versión evaluación. Disponible en: www.mathwave.com. 2002.
98. McCann, M. *Deaths in construction related to personnel lifts, 1992–1999*. **Journal of Safety Research**, 34 (2003) 507– 514.
99. Miguel, A. S. S. R. **Manual de higiene e segurança do trabalho**. Porto: Porto Editora, 2007.
100. Mitropoulos, P., y Namboodiri, M. *New method for measuring the safety risk of construction activities: Task demand assessment*. **Journal of Construction Engineering and Management – ASCE**, 137, no. 1 (2011): 30-38.
101. Moncada, S., Llorens, C., Moreno, N., Rodrigo, F., y Landsbergis, P. *CC.OO. ("Comisiones Obreras") - ISTAS (Union Institute of Work, Environment and Health) Participatory action plan for a healthier work organization: A case study*. **Safety Science**, 49, no. 4 (2011): 591-98.
102. Mikos, W. L. y Ferreira, J. C. E. *Metodologia multicritério em apoio à decisão (MCDA) construtivista: uma visão do processo de validação*. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, (2004): 3.006-3.013.
103. Ministerio de Empleo y Seguridad Social [en línea]: Anuario de estadística del Ministerio de Empleo y Seguridad Social. [Consulta: 06 junio 2012]. Disponible a: [web](#).
104. Ministerio de Trabajo e Inmigración – MTIN, [en línea]: Accidentes en jornada según actividad económica [Consulta: 24 febrero 2011a]. Disponible a: [web](#).
105. _____. [en línea]: Anuario de estadísticas [Consulta: 25 febrero 2011b]. Disponible a: [web](#).
106. Pérez-Alonso, J., Carreño-Ortega, A., Vázquez-Cabrera, F. J., y Callejón-Ferre, A. J. *Accidents in the greenhouse-construction industry of SE Spain*. **Applied Ergonomics**, 43, no. 1 (2012): 69-80.
107. Pinto, A., Nunes, I. L., y Ribeiro, R. A. *Occupational Risk Assessment in Construction Industry - Overview and Reflection*. **Safety Science**, 49, no. 5 (2011): 616-24.
108. Preyssl, C. *Safety risk assessment and management - the ESA approach*. **Reliability Engineering & System Safety**, 49, no. 3 (1995): 303-09.

109. Rajendran, et al. *Impact of Green Building Design and Construction on Worker Safety and Health*. **Journal of Construction Engineering and Management**. (2009), doi: 10.1061/_ASCE_0733-9364_2009_135:10_1058_
110. Ramírez, A. V. *El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo*. **Anuales de la Facultad de Medicina Lima**, 66, no 1 (2005): 57-70.
111. Rasmussen, M. B., Hansen, T., y Nielsen, K. T. *New tools and strategies for the inspection of the psychosocial working environment: The experience of the danish working environment authority*. **Safety Science**, 49, no. 4 (2011): 565-74.
112. Ridley, J. R. **Safety at Work**. Great Britain: Butterworth, 1983.
113. Ronk, C. J., Dennerlein, J. T., Hoffman, E., y Perry, M. J. *Is renovation riskier than new construction? An observational comparison of risk factors for stepladder-related falls*. **American Journal of Industrial Medicine**, 54, no. 8 (2011): 579-85.
114. Rosenthal, D. **Os primeiros 15 anos da política nacional de informática: o paradigma e sua implementação**. Protem. Brasília: CNPq, 1996.
115. Rozenfeld, O., Sacks R., Rosenfeld Y., y Baum, H. *Construction job safety analysis*. **Safety Science**, 48, no. 4 (2010): 491-98.
116. Saurin, T. A., Formoso, C. T., y Cambraia, F. B. *An analysis of construction safety best practices from a cognitive systems engineering perspective*. **Safety Science**, 46, no. 8 (2008): 1169-83.
117. Shannon, H. y Davies, J. *El MAIM: Modelo de información de accidentes de Merseyside*. **ILO Encyclopedia of occupational health and safety**, no. 56 (1997): 56.24.
118. Sicsú, A. **Inovação e região**. Recife: UNICAP, 2000.
119. SINDUSCON/PE – Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Pernambuco [en línea]: *Convenção Coletiva de Trabalho 2011/2012*. [Consulta: 15 de junio 2012]. Disponible a: [web](#).
120. Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., y Uchikawa, S. *Toyota Production System and Kanban System Materialization of Just-in-Time and Respect-for-Human System*. **International Journal of Production Research**, 15, no. 6 (1977): 553-64.
121. Thompson, P., y Perry, J. *Engineering Construction Risks: A Guide to Project Risk Analysis and Risk Management*. London: Thomas Telford Services Ltd, 1995.
122. UE – Unión European. [en línea]: **Directiva 89/391/CEE** del Consejo de 12 de junio de 1989 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo (89/391/CEE). [Consulta: 2011a]. Disponible a: [web](#).
123. _____. [en línea]: **Directiva 92/57/CEE** del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles (octava Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). [Consulta: 2011b]. Disponible a: [web](#).
124. _____. [en línea]: **Directiva 92/85/CEE** del Consejo de 19 de octubre de 1992 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período

- de lactancia (décima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). [Consulta: 2011c]. Disponible a: [web](#).
125. _____. [en línea]: **Directiva 94/33/CE** del Consejo, de 22 de junio de 1994, relativa a la protección de los jóvenes en el trabajo. [Consulta: 2011d]. Disponible a: [web](#).
126. _____. [en línea]: **Directiva 91/383/CEE** del Consejo, de 25 de junio de 1991, por la que se completan las medidas tendentes a promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de los trabajadores con una relación laboral de duración determinada o de empresas de trabajo temporal. [Consulta: 2011e]. Disponible a: [web](#).
127. _____. [en línea]: **89/655/CEE**, Directiva del Consejo de 30 de noviembre de 1989 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo. [Consulta: 2011f]. Disponible a: [web](#).
128. _____. [en línea]: **95/63/CE**: Directiva del Consejo de 5 de diciembre de 1995, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). [Consulta: 2011g]. Disponible a: [web](#).
129. _____. [en línea]: **2009/104/CE**: Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE). [Consulta: 2011h]. Disponible a: [web](#).
130. _____. [en línea]: **89/656/CEE** - Directiva del Consejo de 30 de noviembre de 1989 relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual (tercera Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). [Consulta: 2011i]. Disponible a: [web](#).
131. _____. [en línea]: **2003/10/CE** - Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido). [Consulta: 2011j]. Disponible a: [web](#).
132. _____. [en línea]: **98/24/CE** - Directiva del Consejo de 7 de abril de 1998 relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (decimocuarta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). [Consulta: 2011k]. Disponible a: [web](#).
133. Véras, J. C. *Fatores de risco de acidentes de trabalho na indústria da construção civil: Análise na fase de estruturas*. Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, 2004.
134. Véras, J. C. *et al.* Herramienta para evaluación de riesgos laborales en la construcción de grandes viaductos de hormigón. In: **V Congreso ACHE**, 2011, Barcelona. Libro de comunicaciones. ISBN: 9788489670730. Madrid: Asociación Científico-técnica del Hormigón Estructural, 2011. p. 251-261.
135. _____. *Guidelines ILO-OSH 2001 and certification*. In: *XXIXth International Symposium of the ISSA Construction Section on Occupational Safety and Health in the*

- Construction Industry*, 2009, Brussels. **Proceedings**. Paris: Comité AISS Construction - CRAMIF, 2009.
136. _____. Fator risco de acidente do trabalho na construção civil: análise de obras na fase de estruturas. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído - **ENTAC, 2006**, Florianópolis. Anais - ISBN 85-89478-18-1, 2006.
137. _____. Proposta para implantação do sistema de gestão em segurança e saúde no trabalho na indústria da construção civil. In: XII Congresso Nacional de Segurança e Medicina do Trabalho - **CONASEMT, 2003**, São Paulo. 2003.
138. _____. Estudo dos riscos ambientais do trabalho na construção civil no estado de Pernambuco. In: IV Seminário de Iniciação Científica da UPE, 2000, Recife. **ANAIS**. Recife: Editora Universidade De Pernambuco - EDUPE, v. 1. p. 24-24. 2000.
139. Vilella, E. *et al.* **Condiciones de trabajo y salud**. 2 ed. Barcelona: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo - INSHT, 1990.
140. Walters, D. *Worker Representation and Psycho-Social Risks: A Problematic Relationship?* **Safety Science**, 49, no. 4 (2011): 599-606.
141. Westlander, G. *Psychosocial factors and organizational management*. ILO Encyclopedia of occupational health and safety II, no. 35 (1997): 35.1-35.10.
142. OMS - Organización Mundial de la Salud [en línea]: *WHO definition of health*. [Consulta: 09 marzo 2009]. Disponible a: [web](#).
143. Zwetsloot, G.I.J.M., et al. *Policy expectations and the use of market mechanisms for regulatory OSH certification and testing regimes*. **Safety Science**. (2011), doi:10.1016/j.ssci.2010.12.006.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Protocolo OC/PV para la evaluación de riesgos en obras de construcción de grandes viaductos

BLOQUE A: REQUISITOS BÁSICOS DE EVALUACIÓN

N	REQUISITOS	CALIFICACIÓN				Trab.	
		NA	CO	DES	GIR	NT	En
1	GESTIÓN						
1.1	¿Ha sido elaborado y aprobado por la dirección de la obra un plan de seguridad y salud en el trabajo, y está actualizado y de acuerdo con las operaciones realizadas en obra?						
1.2	¿Presenta la constructora y los subcontratistas servicio de prevención propio o ajeno y están sometidos a auditoría externa?						
1.3	¿Está constituido el comité de seguridad y salud con la representación de los trabajadores a través de los delegados de prevención?						
1.4	¿Son todas las operaciones realizadas bajo la dirección de técnico responsable, en especial las que se ejecutan en el periodo nocturno?						
1.5	¿Presenta la obra todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes y realiza evaluación de los riesgos de accidentes?						
1.6	¿Presenta la obra todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes a terceros (personas, vehículos y propiedades)?						
1.7	¿Ha sido realizada una evaluación de los riesgos ambientales donde se prevea la posibilidad de que estos sean nocivos para los trabajadores?						
1.8	¿Está establecido un plan de contingencia y están los umbrales para comenzar su aplicación perfectamente definidos? [El plan debe establecer unas medidas a tomar en función del umbral superado, las personas responsables de adopción de estas medidas y un plazo para la realización de la reunión de contingencia]						
1.9	¿Está establecido el plan de emergencia con las medidas a tomar en función de accidentes? [El plan debe presentar la asignación de responsabilidades, la prestación de primeros auxilios y atención médica inmediata en la obra, las comunicaciones dentro y fuera de ella (ambulancia, familiares, oficinas centrales y sindicatos), designación de centros de atención sanitaria, acordonamiento de la zona en que se haya producido la emergencia, la identificación de testigos y datos documentales de los sucesos]						
1.10	¿Se investigan y registran los accidentes e incidentes y de esta investigación se originan los cambios que sean necesarios para evitar futuros sucesos?						
1.11	¿Incluyen los contratos con los subcontratistas cláusulas donde se refleje la responsabilidad en preservar la seguridad y salud de los trabajadores?						
1.12	¿Están los trabajadores informados, individualmente, a través de una declaración de principios sobre la descripción de su actividad, los riesgos asociados a ella y los controles pertinentes a su ocupación, deberes y responsabilidades en el desarrollo de sus actividades?						
1.13	¿Reciben los trabajadores formación en materia preventiva en el momento de su contratación?						
1.14	¿Reciben los trabajadores formación en materia preventiva específica a las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías, maquinarias o procedimientos constructivos?						

2	ORGANIZACIÓN DE LA OBRA Y CONDICIONES DE TRABAJO	NA	CO	DES	GIR	NT	En
2.1	¿Disponen los trabajadores de agua potable, tanto en los locales que ocupen, como cerca de los puestos de trabajo?						
2.2	¿Son independientes para personas y vehículos los accesos a obra, y el paso es seguro para éstos?						
2.3	¿Están los accesos y el perímetro de la obra señalizados de manera que sean claramente visibles e identificables?						
2.4	¿Están las zonas de trabajo suficientemente separadas y/o protegidas de las vías de circulación interna de la obra, y están dichas vías correctamente señalizadas?						
2.5	¿Hay iluminación adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural?						
2.6	¿Están los trabajos en altura efectuándose en condiciones meteorológicas que no pongan en peligro la seguridad de los trabajadores y la correcta ejecución de la obra?						
2.7	¿Dispone la obra de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y están los trabajadores capacitados para utilizarlos?						
2.8	En caso de trabajo en espacio confinado ¿está controlado el ambiente cuya atmósfera pueda contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable con dispositivos adecuados? Y ¿hay vigilancia permanente desde el exterior, se han tomado las precauciones de prevención necesarias y se puede prestar auxilio eficaz e inmediato?						
3	PROTECCIONES CONTRA CAÍDAS DE MATERIALES Y PERSONAS	NA	CO	DES	GIR	NT	En
3.1	¿La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección se verifican previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia?						
3.2	¿Están los trabajos en altura efectuándose con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva (barandillas, plataformas o redes de seguridad)?						
3.3	¿Si, por la naturaleza del trabajo, no fuera posible utilizar las protecciones colectivas, se dispone de medios de acceso seguros y está el trabajador utilizando cinturón de seguridad con el mosquetón adecuado al trabajo, con doble anclaje y dispositivo anticaída en caso de línea de vida, siempre que haya riesgo de caída a distinto nivel igual o superior a 2,00 metros?						
3.4	¿Está el anclaje del cinturón de seguridad o la línea de vida dimensionada/calculada para sujetar al trabajador o a los trabajadores en el caso de la línea de vida?						
3.5	¿Están los materiales a izar convenientemente atados impidiendo su caída durante la operación?						
3.6	¿Están las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2,0m, protegidas mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente?						

3.7	¿Tienen las barandillas resistencia suficiente, altura mínima de 90 centímetros y disponen de un reborde de protección, un pasamano y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores?						
3.8	¿Está el entablado de las plataformas de trabajo sin huecos o resaltos entre las tablas, evitando que se pueda introducir el pie o tropezar al caminar por ellas?						
4	MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	NA	CO	DES	GIR	NT	En
a	Maquinaria y herramientas en general						
4.1	¿Está la maquinaria manejada por trabajadores que hayan recibido una formación específica para esta actividad?						
4.2	¿Ha sido comprobada la maquinaria después de cada montaje para asegurar su correcta instalación y buen funcionamiento?						
4.3	¿Está la maquinaria sujeta a comprobaciones periódicas y los resultados de las comprobaciones documentados? Y ¿posee cada maquinaria un libro de mantenimiento y éste se encuentra actualizado?						
4.4	¿Está garantizada la estabilidad de la maquinaria durante su utilización y desplazamiento?						
4.5	¿Están claramente visibles e identificables los dispositivos de arranque y parada de la maquinaria, y están estos situados fuera de las zonas peligrosas?						
4.6	¿Está la maquinaria, que entrañen riesgo de caída de objetos o de proyecciones, provista de dispositivos de protección?						
4.7	¿Dispone la maquinaria, cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre ella, de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esa no supongan un riesgo de accidentes?						
4.8	¿Dispone la maquinaria de señalización de seguridad? [Alerta sonora en los vehículos cuando van marcha atrás y en las grúas u otra maquinaria cuando se realiza el izado de cargas]						
4.9	Si se usa maquinaria vibratoria de alta intensidad (p.e. martillos neumáticos) ¿está en perfectas condiciones de uso, con el mantenimiento requerido a este tipo de equipo, y en especial se controla el tiempo máximo de utilización por un trabajador debido a los riesgos derivados de la vibración?						
4.10	El lugar donde se realizan soldaduras ¿está situado en zona bien ventilada, con suficiente movimiento de aire para que se evite la acumulación de humos tóxicos o las posibles deficiencias de oxígeno, y está el operario situado de espaldas al viento? Cuándo el lugar de trabajo no tenga ventilación natural ¿se adoptan medidas de ventilación y/o extracción forzada de los humos producidos por la soldadura?						

b MAQUINARIA DE TRABAJO EN ALTURA		NA	CO	DES	GIR	NT	En
4.11	¿Disponen los equipos de trabajo para la elevación de cargas, las condiciones necesarias para garantizar su solidez y estabilidad durante su empleo, estando definidas las cargas máximas que se pueden levantarse?						
4.12	¿Están las áreas de carga y descarga de materiales aisladas, señalizadas y libre de personas ajenas a esta operación?						
4.13	¿Se mantienen los trabajadores encargados de la carga y descarga alejados del área de circulación de las cargas mientras éstas no estén en su nivel de trabajo?						
4.14	¿El paso de cargas suspendidas se hace por áreas protegidas o libres de trabajadores? O si es necesario hacerlo sobre zonas de trabajo o vías de circulación ¿se interrumpe la actividad y el paso de vehículos y personas mientras se realiza el transporte de las cargas?						
4.15	¿Durante el empleo de una grúa móvil se han adoptado medidas para evitar su balanceo, vuelco, desplazamiento y deslizamiento?						
5 ANDAMIOS		NA	CO	DES	GIR	NT	En
5.1	¿Están los andamios proyectados y montados de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente?						
5.2	¿Se hace el montaje y desmontaje de los andamios bajo la dirección de una persona con una formación que lo habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica?						
5.3	¿Están los andamios inspeccionados antes de su puesta en servicio y periódicamente, así como, tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad?						
5.4	¿Están los elementos de apoyo de los andamios protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente?						
6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SOLDADURAS		NA	CO	DES	GIR	NT	En
6.1	¿Han recibido los trabajadores una formación adecuada sobre el riesgo eléctrico, las medidas de prevención y protección?						
6.2	¿Se verifican y mantienen las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén a la intemperie?						
6.3	¿Disponen los equipos e instalaciones eléctricas de tomas de tierra?						
6.4	¿Está cada base de toma de corriente protegida por dispositivo diferencial de corriente residual de no máximo 30mA?						
6.5	¿Presentan los cuadros eléctricos dispositivo de parada de emergencia visible y accesible?						

7	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL - EPI	NA	CO	DES	GIR	NT	En
7.1	¿Reciben los trabajadores, gratuitamente, los EPI correctamente dimensionados?						
7.2	¿Reciben los trabajadores formación sobre la utilización de los EPI?						
7.3	¿Están los trabajadores utilizando chalecos reflectantes para que facilite su visualización en la obra e identificación, excepto los trabajadores que estén realizando actividades de soldadura y corte de ferralla?						

8	ESTRUCTURAS	NA	CO	DES	GIR	NT	En
8.1	¿Se están construyendo, montando y desmontando bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente las estructuras de hormigón, metálicas, y las piezas prefabricadas y los elementos temporales (incluyendo encofrados, soportes temporales, apuntalamientos, pretensado y otros elementos estructurales auxiliares)?						
8.2	¿Disponen las actividades de construcción, montaje y desmontaje de las estructuras [estructuras de hormigón, metálicas, y las piezas prefabricadas y los elementos temporales (incluyendo encofrados, soportes temporales, apuntalamientos, pretensado y otros elementos estructurales auxiliar)] de un procedimiento de trabajo, en el que conste el orden a seguir y los medios de prevención necesarios?						
8.3	¿Están proyectados, calculados, montados y mantenidos de manera que pueden soportar sin riesgo las cargas a las que sean sometidos los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos y otras estructuras auxiliares?						
8.4	¿Se han adoptado las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los riesgos derivados de la rotura o inestabilidad temporal de un elemento en construcción?						

B. REQUISITOS DE EVALUACIÓN ESPECÍFICOS SEGÚN ACTIVIDADES Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

N	REQUISITOS	CALIFICACIÓN					Trab.
		NA	CO	DES	GIR	NT	En
9	EXCAVACIONES Y CIMENTACIONES						
9.1	¿Antes del inicio del movimiento de tierras se ha obtenido información de las compañías suministradoras y de las administraciones públicas, sobre posibles conducciones subterráneas y fueron establecidas las medidas preventivas para evitar el contacto de la maquinaria con dichas redes de suministro?						
9.2	¿Está garantizada la estabilidad de los taludes previniendo el sepultamiento por desprendimiento de tierras?						
9.3	¿Están dispuestos en los taludes con un ángulo superior a 45º los apuntalamientos o entibaciones correspondientes?						
9.4	¿Se revisa a diario, antes de iniciar los trabajos en las zanjas y pozos, el estado de los taludes, apuntalamientos o entibaciones?						
9.5	¿Se ha previsto la disposición de drenaje provisional para evitar escorrentía sobre el talud durante su construcción?						
9.6	En caso de vaciados con profundidad superior a 2,00 metros ¿está su						

	perímetro señalizado y protegido con barandillas autoportantes separadas 2,00 metros del borde de la excavación?						
9.7	En caso de vaciados con profundidad inferior a 2,00 metros ¿está el perímetro del vaciado señalizado o protegido con barandillas autoportantes, balizamiento de cintas o malla que impida el paso?						
9.8	¿Son las pasarelas, utilizadas para salvar huecos, zanjas o pozos, de anchura mínima de 60 centímetros y bordeadas con barandillas y resistencia adecuada?						
9.9	¿Están los trabajadores fuera del radio de acción de la pilotadora, pantalladora, grúas auxiliares u otras?						
9.10	¿Está la jaula de armadura correctamente atada y rigidizada para evitar la caída de barras durante el izado? ¿Está la jaula de armadura correctamente colgada del equipo de izar para evitar su caída?						
9.11	¿Están las excavaciones, para colocación de las jaulas y donde se transita, convenientemente protegidas contra la caída de personas?						

10	CIMBRADO Y DESCIMBRADO						
a.	Montaje y desmontaje de cimbras	NA	CO	DES	GIR	NT	En
10.1	¿Existe proyecto con planos de montaje y procedimiento que incluya las instrucciones de seguridad para el montaje y desmontaje de la cimbra?						
10.2	¿Se realiza el montaje de la cimbra de acuerdo con el proyecto, plano de montaje o procedimiento, con la colocación correcta de los elementos en posición y con las uniones indicadas en el proyecto?						
10.3	¿Se hace el montaje de la cimbra en cimentación adecuada sobre terreno compactado o sobre losa evitando asientos excesivos y vuelco?						
10.4	¿Está libre el área de trabajo de la presencia de trabajadores ajenos a la actividad del montaje o desmontaje de la cimbra?						
10.5	Cuándo es necesario realizar cambios en la estructura de la cimbra ¿se hace obedeciendo a nuevos cálculos del técnico especialista y al nuevo proyecto, plano de montaje o procedimiento?						
10.6	¿Se revisó el montaje de la cimbra antes de la puesta en carga y está documentada la aptitud para la puesta en servicio, siendo ambas realizadas por técnico competente?						
b	Cimbras: convencional y porticada	NA	CO	DES	GIR	NT	En
10.7	¿Se prioriza el montaje de las torres a nivel del suelo siempre que sea posible? En este caso, al realizar el izado de las torres ¿permanecen éstas sujetas por la grúa hasta asegurar su estabilidad?						
10.8	Cuando el montaje y desmontaje se hace en vertical ¿se posiciona el trabajador en el interior de la torre con uso del sistema de doble anclaje del cinturón de seguridad o del dispositivo anticaída en el caso de línea de vida vertical?						
10.9	¿Disponen las torres de plataformas de trabajo donde pueda apoyarse el trabajador al ejecutar su actividad y está con el cinturón de seguridad sujeto a un punto de resistencia suficiente?						

10.10	Caso sea necesario el tránsito sobre las vigas de las cimbras porticadas ¿se han dispuestas líneas de vida antes de su izado? Y si son vigas de celosía, además, ¿se han dispuestas plataformas de trabajo que garantice el tránsito seguro sobre éstas?						
10.11	La colocación de las vigas en las cimbras porticadas ¿se hace desde plataformas auxiliares o plataformas de elevación y desde posiciones de trabajo predeterminadas en las que los trabajadores estén protegidos frente a la probabilidad de caída de la viga a montar?						

11	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	NA	CO	DES	GIR	NT	En
11.1	Durante la puesta en obra del encofrado y el desencofrado ¿permanecen en el área de la operación solamente los trabajadores involucrados en dicha operación?						
11.2	¿Se acopian los paneles de encofrado de manera que se ofrezca estabilidad suficiente para evitar su desplome, derrumbamiento o deslizamiento?						
11.3	¿Se prioriza el premontaje del encofrado en mesas, incluyendo las plataformas fijas de trabajo y todos los elementos que sean posibles antes de su izado, reduciendo el tiempo de trabajo en altura?						
11.4	Antes del izado de los encofrados ¿fueron puestas las protecciones colectivas, barandillas (hacia la parte exterior), y líneas de vida (hacia el interior) cuando presente hastiales superiores a 2,00 metros? Y ¿presentan las barandillas altura eficaz de protección para las posteriores operaciones de colocación de ferralla y hormigonado?						
11.5	¿Están los encofrados horizontales arriostrados para evitarse desplazamientos horizontales en el montaje y en su situación de servicio?						
11.6	En los encofrados verticales a dos caras ¿son las barras roscadas para anclajes de longitud acorde con el espesor del hormigón, más la longitud necesaria para roscar la tuerca, sobresaliendo la barra al menos 2 centímetros desde la tuerca?						
11.7	En los encofrados verticales a una cara ¿están convenientemente dispuestos los apuntalamientos para evitar movimientos del mismo durante el hormigonado?						
11.8	¿Se colocaron las barandillas en el tablero antes de retirar los módulos de encofrado con sus barandillas incorporadas?						
11.9	Antes de comenzar la operación de montaje y desmontaje de los encofrados ¿se garantiza que el encofrado esté enganchado y estabilizado por el equipo de izar?						

12	FERRALLADO Y HORMIGONADO	NA	CO	DES	GIR	NT	En
12.1	¿Se prioriza el premontaje de la ferralla al nivel del suelo?						
12.2	Durante el montaje de la ferralla ¿se usan medios adecuados para elevar y colocar las armaduras a la altura de necesaria de trabajo? Y ¿se controla que los trabajadores no trepen a las armaduras?						
12.3	¿Están los extremos de las armaduras protegidos?						

12.4	Cuando el nivel desde el que se está hormigonado esté formado por emparrillados de barras que formen una retícula de más de 0,20 metros por 0,20 metros ¿están disponibles pasillos provisionales de madera u otro material para la circulación del personal?						
12.5	¿Se ha verificado que los emparrillados de barras tienen suficiente estabilidad y rigidez para soportar el peso de los trabajadores?						
12.6	Al realizar el hormigonado ¿se sigue el proyecto de cimbra y encofrado en relación con la colocación del hormigón, en especial evitando su acumulación puntual y consecuente sobrecargas excesivas?						
12.7	Antes del hormigonado ¿son dispuestos los elementos necesarios para el posterior encaje de las barandillas?						

13	TESADO DE LA ARMADURA ACTIVA	NA	CO	DES	GIR	NT	En
13.1	¿Se usa un tubo metálico entre la salida de la enfiladora y la entrada en la vaina?						
13.2	¿Se posicionan los trabajadores fuera del radio de acción del gato mientras se esté tesando la armadura, e igualmente en el extremo opuesto?						
13.3	¿Se realiza el tesado de armadura bajo supervisión de técnico especializado observando y dirigiendo la operación?						
13.4	¿Se ha realizado el mantenimiento adecuado del manómetro, de las mangueras y conexiones, la central de presión y el gato?						
13.5	Durante el corte de los cables ¿se ha tomado precauciones para que las partículas producidas por el disco de la radial no ocasione quemaduras y la herramienta de corte tiene las protecciones adecuadas para evitar cortes y heridas debido al riesgo de la rotura del disco?						

14	ELEMENTOS PREFABRICADOS	NA	CO	DES	GIR	NT	En
14.1	¿Es el equipo de trabajo especializado y con formación específica sobre el procedimiento de ejecución de las operaciones con elementos prefabricados, y sobre los riesgos asociados a estas operaciones?						
14.2	¿Se ha redactado un procedimiento considerando las maniobras de transporte, carga y descarga de los elementos prefabricados explícitamente asegurando la estabilidad durante su acopio y en las diferentes fases de construcción?						
14.3	¿Se señalizan las zonas de acceso y delimitan las zonas de posicionamiento de los vehículos para las operaciones de descarga de los elementos prefabricados?						
14.4	¿Están claramente definidos el peso, los puntos de eslingado y los ángulos de la dirección del tiro de los elementos prefabricados?						
14.5	¿Presentan los elementos prefabricados dispositivos para posterior colocación de los medios de protección colectiva (barras portacables de seguridad, los soportes de barandillas y líneas de vida) cuando estos estén en su posición definitiva en obra?						
14.6	¿Está el lugar donde se realizan las operaciones con los elementos prefabricados, libre de obstáculos y de personal ajeno a estas operaciones?						

14.7	¿Están los trabajadores involucrados en la operación con los elementos prefabricados posicionados fuera del área de proyección vertical de la pieza en su movimiento, y tampoco sobre ellas?						
14.8	¿Se realiza el desplazamiento de los elementos prefabricados empleando únicamente el sistema y útiles especificados por el fabricante, siguiendo sus instrucciones de uso y manipulación?						
14.9	En la operación de enganche de las piezas para su manipulación ¿está comprobada la seguridad de la conexión realizada?						
14.10	¿Está el centro de gravedad de la pieza por debajo del punto de tiro para la elevación y traslado de la pieza, o en caso contrario, se dispone del utillaje que asegure la estabilidad de la pieza en la realización de dicha operación?						
14.11	¿Se hace el guiado de las piezas con elementos auxiliares, como cuerdas de guiado, y nunca colocando las manos ni el propio cuerpo del trabajador para el guiado de ellas?						
14.12	¿Tan sólo se suelta la unión del elemento prefabricado del equipo de elevación cuando aquel esté debidamente estabilizado en su posición definitiva de la obra, de descarga o de acopio?						

15	ELEMENTOS Y OPERACIONES ESPECIALES	NA	CO	DES	GIR	NT	En
a	Cimbras autolanzable, empuje dinteles, carros de avance, encofrados deslizantes, encofrados trepantes, vigas de lanzamiento.						
15.1	¿Ha recibido el equipo de trabajo formación específica según el método constructivo adoptado para la construcción del viaducto o puente?						
15.2	¿Poseen los elementos auxiliares (elegidos según el método constructivo) de procedimientos de montaje y desmontaje y está supervisado por técnico con formación especializada?						
15.3	¿Poseen los elementos auxiliares protocolo de operación con la designación del equipo de trabajo y el responsable por su operación?						
15.4	¿Poseen los elementos auxiliares procedimientos de inspección y mantenimiento?						
15.5	¿Son los elementos auxiliares inspeccionados siempre que son reutilizados (como son las barras de pretensado)?						
15.6	¿Son los sistemas automatizados controlados por técnico especialista, y poseen sistemas de parada de emergencia?						
15.7	¿Está el elemento especial en equilibrio tanto en posición definitiva como en todas las posiciones intermedias que presenta durante su desplazamiento?						
15.8	Cuando el elemento especial está en posición de trabajo ¿se han adoptado todas las medidas previstas en el procedimiento de operación para asegurar su estabilidad frente a las acciones de peso de hormigón y ferralla o de elementos prefabricados?						
15.9	¿Existe instrumentación que permita controlar el comportamiento de elementos auxiliares de construcción especiales y de la estructura en construcción (por ejemplo, movimientos, tensiones)? ¿Se han establecido umbrales de parada?						

APÉNDICE B

Protocolo OC/PV para la evaluación de riesgos en obras de construcción de grandes viaductos [versión en portugués]

A. REQUISITOS BÁSICOS DE AVALIAÇÃO

N	REQUISITOS	QUALIFICAÇÃO				Trab.	
		NA	CO	DES	GIR	NT	En
1	GESTÃO						
1.1	A obra possui PCMAT e foi aprovado pela direção da obra, atualizado e de acordo com as operações realizadas em obra?						
1.2	A construtora e os terceirizados possuem SESMT e estão submetidos à auditoria externa?						
1.3	A obra possui CIPA?						
1.4	Todas as operações são realizadas sobre a direção do engenheiro responsável pela obra, em especial as que se executam no período noturno?						
1.5	A obra possui todas as medidas necessárias para a prevenção de acidente e realiza avaliação de riscos periódica da segurança e saúde dos trabalhadores?						
1.6	A obra aplica as medidas necessárias para a prevenção de acidente a terceiros (pedestres, veículos e propriedades)?						
1.7	Foi realizada avaliação dos riscos ambientais onde haja possibilidade de que estes sejam nocivos aos trabalhadores?						
1.8	Foi estabelecido um plano de contingência e seus critérios para aplicação são claramente definidos? [O plano de contingência é um procedimento a ser posto em prática sempre que superado limites de controle da obra, e seja necessária a paralização de atividades, com o objetivo de prevenir acidentes. Os critérios devem ser elaborados em função do método construtivo, e que superados os limites estabelecidos, seja necessária à adoção de medidas não previstas para que se previnam acidentes. O plano deve estabelecer as pessoas responsáveis sobre a adoção do prosseguimento do trabalho e o prazo para realização da reunião de contingência]						
1.9	Foi estabelecido um plano de emergência para quando ocorrem acidentes? [O plano deve estabelecer as responsabilidades, a prestação dos primeiros auxílios e socorro médico imediato, a comunicação dentro e fora da obra (ambulância, familiares, escritório, sindicatos e imprensa), a designação dos centros médicos de urgência, a identificação de testemunhas e os dados sobre o acidente]						
1.10	Os acidentes e incidentes são registrados e investigados, e da investigação se originam as mudanças necessárias para prevenir futuras ocorrências?						
1.11	Os contratos com os terceirizados possuem cláusulas sobre a responsabilidade em resguardar a segurança e saúde de seus trabalhadores e terceiros que possam ser afetados por sua atuação?						
1.12	Os trabalhadores receberam treinamento, e foram informados individualmente através da ordem de serviço sobre a descrição de sua atividade, seus riscos e execução adequada, deveres e responsabilidades?						
1.13	Os trabalhadores recebem treinamento admissional?						
1.14	Os trabalhadores recebem treinamentos periódicos, sempre que haja mudança de função ou se introduzam novas tecnologias ou mudanças dos equipamentos de trabalho?						

2	ORGANIZAÇÃO DA OBRA E CONDIÇÕES DE TRABALHO	NA	CO	DES	GIR	NT	En
2.1	Os trabalhadores dispõem de água potável, filtrada e fresca, no local de refeições e em seus postos de trabalho?						
2.2	O acesso à obra é independente e seguro para veículos e pedestres?						
2.3	Os acessos e o perímetro da obra estão sinalizados de maneira que sejam claramente visíveis e identificáveis?						
2.4	As zonas de trabalho estão suficientemente separadas e/ou protegidas das vias de circulação interna da obra, e estão estas vias corretamente sinalizadas?						
2.5	Há iluminação adequada e suficiente durante a noite e quando seja insuficiente a luz natural?						
2.6	As atividades se realizam em condições meteorológicas que não ponham em perigo a segurança dos trabalhadores e a correta execução da obra?						
2.7	A obra dispõe de dispositivos apropriados para o combate a incêndios e os trabalhadores foram treinados para usá-los?						
2.8	Em caso de trabalho em espaço confinado, está controlado o ambiente cuja atmosfera possa conter substâncias tóxicas ou nocivas, ou não conter oxigênio em quantidade suficiente ou ser inflamável? E há vigilância permanente desde o exterior, foram tomadas as precauções de prevenção necessárias e se pode prestar auxílio eficaz e imediato?						

3	PROTEÇÕES CONTRA QUEDA DE MATERIAIS E PESSOAS	NA	CO	DES	GIR	NT	En
3.1	A estabilidade e resistência dos elementos de suporte e o bom estado dos meios de proteção se verificam previamente a seu uso, posteriormente de forma periódica e cada vez que suas condições de segurança possam resultar afetadas por uma modificação, período sem utilização ou qualquer outra circunstância?						
3.2	Os trabalhos em altura se realizam com a ajuda de equipamentos concebidos para tal fim ou se realizam com proteção coletiva (guarda-corpos, plataformas ou redes de segurança)?						
3.3	Se por natureza do trabalho, não for possível utilizar as proteções coletivas, se dispõem de meios de acessos seguros e o trabalhador está utilizando cinto de segurança com o mosquetão adequado ao trabalho, com duplo talabarte e trava-quedas em caso de linha de vida, sempre que haja risco de queda igual ou superior a 2,00 metros?						
3.4	O ponto de fixação do cinto de segurança e da linha de vida foi dimensionado/calculado para sustentar o trabalhador, ou o conjunto de trabalhadores, no caso da linha de vida?						
3.5	Os materiais a içar estão convenientemente atados impedindo sua queda durante seu transporte?						
3.6	As plataformas, andaimes e passarelas, os desníveis e aberturas existentes nos pisos, que resultem em risco de queda de altura superior a 2,00 metros, estão protegidos com sistema de guarda-corpos e rodapé ou outra proteção coletiva com segurança equivalente?						

3.7	Os guarda-corpos tem resistência suficiente, altura mínima de 1,20 metro para o travessão superior 0,70 metro para o travessão intermediário, rodapé com altura de 0,20 metro que impeçam o deslizamento e a queda de trabalhadores e materiais?						
3.8	O piso das plataformas de trabalho não apresentam aberturas ou ressalto evitando que se tropece ou introduza o pé ao caminhar sobre elas?						
4	EQUIPAMENTOS	NA	CO	DES	GIR	NT	En
a	Equipamentos de grande porte, máquinas e ferramentas						
4.1	Os equipamentos são operados por trabalhadores com formação específica?						
4.2	Comprova-se a correta instalação e bom funcionamento dos equipamentos depois de cada montagem?						
4.3	Os equipamentos são inspecionados periodicamente documentando-se os resultados, e possuem livros de registro de manutenção individual e atualizado?						
4.4	Os equipamentos apresentam estabilidade durante seu deslocamento e utilização?						
4.5	Os dispositivos de arranque e parada dos equipamentos estão claramente visíveis e identificáveis, e estão isolados de partes perigosas?						
4.6	Os equipamentos que possam resultar em risco de queda ou projeções de objetos ou materiais, possuem dispositivos de proteção?						
4.7	Quando os operadores dos equipamentos se localizam sobre eles, estão garantidos meios adequados para que o acesso e permanência não resultem riscos para sua segurança e saúde?						
4.8	Os equipamentos apresentam sinalizações de advertência indispensáveis para garantir a segurança dos trabalhadores? [alerta sonoro nos veículos quando em marcha ré e nas guas quando içando cargas]						
4.9	Os equipamentos que transmite alta intensidade vibratória (ex. martelo pneumático) estão em perfeitas condições de uso, com a manutenção em dia e adequada a este tipo de máquina e em especial controlando o tempo máximo de utilização por um trabalhador devido aos riscos derivados da vibração?						
4.10	O local onde se realiza a soldagem possui boa ventilação, com suficiente circulação de ar evitando a acumulação de fumaça toxica ou possível deficiência de oxigênio, e posiciona-se o operador de costas ao vento? Na ausência de ventilação natural, foram adotadas medidas de ventilação e/ou extração artificial?						
b	Equipamentos de trabalho em altura	NA	CO	DES	GIR	NT	En
4.11	Os equipamentos para elevação de cargas dispõem das condições necessárias para garantir sua solidez e estabilidade durante seu uso, levando em conta as cargas que devem elevar-se e as tensões induzidas nos pontos de suspensão ou fixação das estruturas?						
4.12	As áreas de carga e descarga de materiais estão isoladas, sinalizadas e apenas com a presença de pessoas envolvidas na operação?						

4.13	Os trabalhadores envolvidos na operação de carga e descarga de materiais se posicionam fora da área projeção da carga, até que esta se encontre à altura do seu nível de trabalho?						
4.14	O deslocamento de cargas suspensas se faz por áreas protegidas ou livres de trabalhadores? Ou se necessário faz-lo sobre zonas de trabalho ou vias de circulação, se interrompe o trânsito de veículos e pessoas?						
4.15	Durante o emprego de um equipamento móvel para elevação de cargas foram adotadas medidas para evitar seu balanço, tombamento, deslocamento e deslizamento?						

5	ANDAIMES	NA	CO	DES	GIR	NT	En
5.1	Os andaimes foram projetados e montados de maneira que se evite que desmontem ou desloquem acidentalmente?						
5.2	A montagem e desmontagem dos andaimes se realizam com a supervisão de profissional habilitado e por trabalhadores que tenham recebido treinamento adequado e específico para a atividade?						
5.3	Os andaimes são inspecionados antes de sua colocação em serviço e periodicamente, bem como por qualquer modificação, período de não utilização, exposição a intempéries, abalos sísmicos, ou qualquer outra circunstância que pudesse afetar sua resistência ou estabilidade?						
5.4	Os elementos de apoio dos andaimes estão protegidos contra o risco de deslizamento, seja mediante sustentação na superfície do apoio, seja mediante um dispositivo anti-deslizante, ou mediante qualquer outra solução de eficácia equivalente?						

6	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	NA	CO	DES	GIR	NT	En
6.1	Os trabalhadores receberam treinamento específico sobre os riscos elétricos, as medidas de prevenção e proteção?						
6.2	As instalações elétricas são inspecionadas e reparadas, especialmente as que estão submetidas à intempérie?						
6.3	Os equipamentos e as instalações elétricas estão aterrados eletricamente?						
6.4	Cada circuito está protegido com dispositivo diferencial residual de no máximo 30mA?						
6.5	Os quadros elétricos possuem dispositivo de parada de emergência visível e acessível?						

7	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI	NA	CO	DES	GIR	NT	En
7.1	Os EPI foram dimensionados corretamente e foram entregues aos trabalhadores gratuitamente?						
7.2	Os trabalhadores receberam treinamento sobre utilização dos EPI?						
7.3	Os trabalhadores estão usando colete refletivo que facilite sua visualização e identificação na obra, exceto os trabalhadores que estão realizando soldagem e corte de armações de aço?						

8	ESTRUTURAS	NA	CO	DES	GIR	NT	En
8.1	Estão construídos, montados e desmontados sobre vigilância, controle e direção de profissional habilitado às estruturas de concreto e as metálicas, e as peças pré-fabricadas e os elementos temporários (formas, cimbramentos, suportes, escoramentos e outros elementos auxiliares)?						
8.2	As atividades de construção da estrutura, e montagem e desmontagem dos elementos auxiliares possuem procedimento de trabalho, que conste a ordem a seguir e os meios de prevenção?						
8.3	As formas, cimbramentos, suportes, escoramentos e outros elementos auxiliares estão projetados, calculados, montados e mantidos de maneira que possam suportar sem risco as cargas a que serão submetidos?						
8.4	Foram adotadas medidas necessárias para proteger os trabalhadores contra os riscos derivados da fragilidade ou instabilidade temporal do elemento em construção?						

B. REQUISITOS DE AVALIAÇÃO ESPECÍFICOS SEGUNDO ATIVIDADES E MÉTODOS CONSTRUTIVOS.

N	REQUISITOS	QUALIFICAÇÃO				Trab.	
		NA	CO	DES	GIR	NT	En
9	FUNDAÇÕES E ESCAVAÇÕES						
9.1	Antes do inicio das escavações se obteve informações das companhias de abastecimento e da administração pública, sobre possíveis redes subterrâneas e foram estabelecidas as medidas preventivas para evitar o contato com essas redes de abastecimento?						
9.2	Os taludes são estáveis prevenindo o seu desmoronamento?						
9.3	Os taludes com ângulo superior a 45º são devidamente escorados?						
9.4	Inspeciona-se diariamente, antes de começar o trabalho nas escavações, o estado dos taludes e escoramentos?						
9.5	Os taludes possuem sistema drenagem para evitar desmoronamento?						
9.6	Em caso de escavações com profundidade superior a 2,00 metros, seu perímetro está sinalizado e protegido com guarda-corpos, distante 2,00 metros da borda da escavação?						
9.7	Em caso de escavações inferiores a 2,00 metros, seu perímetro está sinalizado ou protegido com guarda-corpos, balizamento ou rede que impeça o trânsito?						
9.8	As passarelas utilizadas sobre escavações são de largura mínima de 0,60 metro e quando pertinente possuem sistema de guarda-corpo?						
9.9	Os trabalhadores estão fora da área de ação do bate-estacas, escavadoras, gruas auxiliares e outras?						
9.10	A gaiola de armaduras está corretamente atada e enrijecida para evitar a queda de barras durante o içado? E está corretamente sustentada pela grua evitando seu desprendimento?						
9.11	As escavações para colocação das gaiolas de armaduras e onde se transitam, estão convenientemente protegidas contra a queda de pessoas?						

10	CIMBRAMENTO	NA	CO	DES	GIR	NT	En
a	Montagem e desmontagem						
10.1	Existe projeto com os planos de montagem e procedimento que inclua as instruções de segurança para a montagem e desmontagem do cimbramento?						
10.2	A montagem do cimbramento obedece ao seu projeto?						
10.3	O cimbramento está montado sobre terreno compactado e fundação adequada ou sobre laje evitando desmoronamento ou desnivelamento?						
10.4	Permanecem na área de trabalho apenas os trabalhadores envolvidos na montagem e desmontagem do cimbramento?						
10.5	Quando necessário alterar a estrutura do cimbramento, é realizado obedecendo aos novos cálculos de profissional habilitado e ao novo projeto e plano de montagem?						
10.6	A montagem do cimbramento é revisada antes de sua utilização e foi documentada sua aptidão para uso, sendo ambas realizadas por profissional habilitado?						
b	Cimbramento fixo	NA	CO	DES	GIR	NT	En
10.7	Prioriza-se montar as torres em nível do solo sempre que seja possível? Neste caso, ao içar a torre, permanece esta sustentada pela grua até assegurada sua estabilidade?						
10.8	Quando a montagem e desmontagem se realizam em vertical, o trabalhador se posiciona no interior da torre com uso de duplo talabarte no cinto de segurança ou do trava-quedas no caso de linha salva-vidas em vertical?						
10.9	As torres dispõem de plataformas de trabalho onde o trabalhador possa posicionar-se para executar sua atividade e permanece com o cinto de segurança atado a ponto de resistência suficiente?						
10.10	Caso seja necessário o trânsito sobre as vigas do cimbramento fixo, estão disponíveis linhas de vida antes do seu içado? E se são vigas em treliça, adicionalmente foram colocadas plataformas de trabalho para o trânsito seguro sobre estas?						
10.11	A colocação das vigas no cimbramento fixo se realiza desde plataformas auxiliares, ou plataformas de elevação e desde posições pré-determinadas nas que os trabalhadores se encontrem protegidos frente à probabilidade de queda da viga em questão?						
11	FORMA E DESFORMA	NA	CO	DES	GIR	NT	En
11.1	Permanecem na área de montagem das formas e desforma apenas os trabalhadores envolvidos na operação?						
11.2	Os painéis de formas estocados de maneira que não caiam, desmoronem ou deslizem?						

11.3	Prioriza-se a pré-montagem das formas em solo, incluindo as plataformas fixas de trabalho e todos os elementos que sejam possíveis antes do seu içado, reduzindo assim o tempo de trabalho em altura?						
11.4	Antes de içar as formas, foram colocadas as proteções coletivas, guarda-corpos (para a parte exterior) e linhas de vida (para a parte interior) quando a altura interior da aduela for superior a 2,00 metros? E os guardas-corpos possuem altura eficaz de proteção considerando a colocação posterior da armadura e concretagem?						
11.5	As formas horizontais estão travadas para evitar deslocamentos horizontais durante sua montagem e solicitação em serviço?						
11.6	Nas formas verticais a duas faces, as barras roscadas para ancoragem são de longitude de acordo com a espessura da peça a concretar, mais a longitude necessária para roscar a porca, sobressaindo à barra ao menos dois centímetros desde a porca?						
11.7	O escoramento está colocado de maneira a evitar o movimento das formas verticais a uma face durante a concretagem da peça?						
11.8	Foram colocados os guarda-corpos no tabuleiro antes de retirar os painéis de formas?						
11.9	Antes de começar a operação de montagem e desmontagem das formas, se garante que a forma esteja enganchada e estabilizada durante seu deslocamento?						

12	ARMAÇÕES DE AÇO E CONCRETAGEM	NA	CO	DES	GIR	NT	En
12.1	Prioriza-se a pré-montagem das armações no solo?						
12.2	Durante a montagem da armadura, se usam meios adequados para elevá-la à altura necessária de trabalho? E os trabalhadores não se posicionam sobre elas?						
12.3	As pontas de vergalhões das armaduras de aço estão protegidas?						
12.4	Quando a malha das armaduras forme quadros com mais de 0,20 metro por 0,20 metro, se dispõem passos provisórios de madeira ou outro material para circulação do pessoal ao realizar a concretagem?						
12.5	A armadura tem suficiente estabilidade e rigidez para suportar o peso do trânsito dos trabalhadores?						
12.6	Atende-se ao projeto do cimbramento e da forma ao realizar a concretagem em relação à colocação do concreto, em especial evitando a acumulação pontual e consequentes sobrecargas excessivas?						
12.7	Antes da concretagem do tabuleiro são posicionados elementos necessários que resultam em orifícios para posterior encaixe dos guardas-corpos?						

13	PROTENSÃO DE ARMADURA ATIVA	NA	CO	DES	GIR	NT	En
13.1	Usa-se um tubo metálico entre a saída da máquina para enfição e a entrada na bainha?						
13.2	Os trabalhadores se posicionam fora da área de ação do equipamento de protensão enquanto se está tesando a armadura, e igualmente no extremo oposto?						

13.3	Realiza-se a protensão da armadura sobre supervisão de profissional habilitado observando e dirigindo a operação?						
13.4	Realiza-se manutenção adequada do manômetro, das mangueiras e conexões, a central de pressão e o equipamento de protensão?						
13.5	Durante o corte dos cabos, se tomaram as providências para que as partículas produzidas pelo disco não ocasionem queimaduras e a ferramenta de corte possui as proteções adequadas para evitar cortes e feridas?						
14	PRÉ-MOLDADOS	NA	CO	DES	GIR	NT	En
14.1	A equipe de trabalho é capacitada e treinada sobre os procedimentos de execução, das operações com elementos pré-moldados, e sobre os riscos associados a estas operações?						
14.2	Foi elaborado um procedimento considerando as manobras de transporte, carga e descarga dos elementos pré-moldados assegurando sua estabilidade durante seu armazenamento e nas diferentes fases de construção?						
14.3	As zonas de posicionamento dos veículos estão com o acesso sinalizado e delimitado para as operações de descarga dos elementos pré-moldados?						
14.4	O peso, os pontos de suspensão e os ângulos estão claramente definidos nos pré-moldados?						
14.5	Os pré-moldados possuem meios para posterior colocação das proteções coletivas quando estiverem em posição definitiva?						
14.6	A área onde se realizam as operações com os elementos pré-moldados está livre de obstáculos e com a presença apenas dos trabalhadores envolvidos nestas operações?						
14.7	Os trabalhadores envolvidos nas operações com os elementos pré-moldados se posicionam fora da área de projeção vertical da peça em movimento e não se situam sobre elas?						
14.8	A movimentação dos pré-moldados é realizada unicamente com equipamentos especificados pelo fabricante, e segue suas instruções de uso e manipulação?						
14.9	A operação de enganche das peças para sua movimentação se realiza verificando a correta conexão?						
14.10	O centro de gravidade da peça está abaixo do ponto de suspensão do pré-moldado, ou caso contrário, se dispõem de meios que assegure sua estabilidade?						
14.11	As peças são guiadas com elementos auxiliares, como cordas e nunca colocando as mãos ou o corpo para realizar tal manobra?						
14.12	Os elementos pré-moldados permanecem sustentados pelo equipamento de guindar até que esteja devidamente estabilizado em sua posição definitiva ou em área de armazenamento?						

15	ELEMENTOS E OPERAÇÕES ESPECIAIS	NA	CO	DES	GIR	NT	En
a	Treliça lançadeira, treliça para içado de aduelas, treliça de balanço sucessivo, formas deslizantes, formas trepantes, outros.						
15.1	A equipe de trabalho possui formação específica segundo o método construtivo adotado para a construção da ponte ou viaduto?						
15.2	Os elementos auxiliares possuem procedimentos de montagem e desmontagem e está supervisionado por profissional habilitado?						
15.3	Os elementos auxiliares possuem procedimentos de operação e/ou utilização com a designação da equipe de trabalho e o responsável por sua operação?						
15.4	Os elementos auxiliares possuem procedimentos de inspeção e manutenção?						
15.5	Os elementos auxiliares são inspecionados sempre que são reutilizados (por exemplo, as barras de protensão)?						
15.6	Os sistemas automatizados são controlados por profissional habilitado e especialista, e possuem sistemas de parada de emergência?						
15.7	O elemento especial está em equilíbrio tanto em posição definitiva como em todas as posições intermediárias que apresenta durante seu deslocamento?						
15.8	Quando o elemento especial encontra-se em posição de trabalho, foram adotadas medidas previstas no procedimento de operação para assegurar sua estabilidade frente às ações de peso do concreto e das armaduras ou dos elementos pré-moldados?						
15.9	Há instrumentação que permita controlar o comportamento de elementos auxiliares de construção especiais e da estrutura em construção (por exemplo, movimentos e tensões)? E foram estabelecidos limites de parada?						

Informação da equipe de trabalho e determinação da sua notação			
En	Nome da equipe de trabalho	NT	Terceirizada
E1			
E2			
E3			
E4			
E5			
E6			
E7			
...			

APÉNDICE C

Sistema ERL: Referencias Normativas y Requisitos

D. Protocolo OC/PV y Sistema ERL			
Bloque A: Requisitos básicos de evaluación			
n	N	Referencia Normativas	Requisitos
n	1	Referencia Normativas	Gestión
1	1.1	UE: 92/57/CEE-Art.6 ES: LEY 54/2003-Art.7 ES: RD1627/1997-Art.7 ES:RDL5/2000-Art.12.23 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.201 BR: NR18.3	¿Ha sido elaborado y aprobado por la dirección de la obra un plan de seguridad y salud en el trabajo, y está actualizado y de acuerdo con las operaciones realizadas en obra?
2	1.2	UE: 89/391/CEE-Art.7 ES: LEY 31/1995-Art.30.1-6 ES: RD39/1997-Art.29.1 ES:RDL5/2000-Art.12.15.a-20 BR: LEY 6.514/1977-Art.162.201 BR: NR4.1	¿Presenta la constructora y los subcontratistas servicio de prevención propio o ajeno y están sometidos a auditoría externa?
3	1.3	UE: 89/391/CEE-Art.3.c-Art.11 ES: LEY 31/1995-Art.34,35 ES:RDL5/2000-Art.12.12 BR: LEY 6.514/1977-Art.163.164.200.I.201 BR: NR5-NR18.33	¿Está constituido el comité de seguridad y salud con la representación de los trabajadores a través de los delegados de prevención?
4	1.4	UE: 89/391/CEE-Art.8.5 UE: 92/57/CEE-Art.6 ES: RD1627/1997-Art.9 ES:RDL5/2000-Art.13.7 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7-18.37.7.1-18.37.7.2-18.37.7.4-18.37.7.4.1-18.37.7.5	¿Son todas las operaciones realizadas bajo la dirección de técnico responsable , en especial las que se ejecutan en el periodo nocturno?
5	1.5	UE: 89/391/CEE-Art.5.1, 6.1, 9.1.a ES: LEY 10/1995-Art.316.318-CódigoPenal ES: LEY 31/1995-Art.15-16 ES: RDL5/2000-Art.12.1.b-12.6-13.7-13.8.b BR: LEY 6.514/1977-Art.157.I.201 BR: NR9.3 BR: LEY 7.209/1984-Art.18.II-Art.132-CódigoPenal	¿Presenta la obra todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes y realiza evaluación de los riesgos de accidentes?
6	1.6	UE: 92/57/CEE-Art.6.f ES: LEY 10/1995-Art.142-CódigoPenal ES: RDL5/2000-Art.13.8.b BR: LEY 7.209/1984-Art.18.II—CódigoPenal	¿Presenta la obra todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes a terceros (personas, vehículos y propiedades)?
7	1.7	UE: 89/391/CEE-Art.6.3-9 UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.6.1 UE: 98/24/CE-Art.4 UE: 2003/10/CE-Art.4 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.7.a ES: RDL5/2000-Art.12.1.b-12.6 BR: LEY 6.514/1977-Art.189-197.201 BR: NR9.1.1-9.1.5.1-2	¿Ha sido realizada una evaluación de los riesgos ambientales donde se prevea la posibilidad de que estos sean nocivos para los trabajadores?
8	1.8	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997- DispAdicionalÚnica.a.c ES: RD 604/2006-Art.Primeros.Dos.Art.2.2 ES:RDL5/2000-Art.12.6-12.23 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.201 BR: NR 18.37.7-18.37.7.1-18.37.7.6	¿Está establecido un plan de contingencia y están los umbrales para comenzar su aplicación perfectamente definidos? [El plan debe establecer unas medidas a tomar en función del umbral superado, las personas responsables de adopción de estas medidas y un plazo para la realización de la reunión de contingencia]
9	1.9	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997- DispAdicionalÚnica.a.c ES: RD 604/2006-Art.Primeros.Dos.Art.2.2 ES:RDL5/2000-Art.12.6-12.23 BR: LEY 6.514/1977-Art.157-200.I.201 BR: NR 1.7.e-18.37.7-18.37.7.1-18.37.7.6	¿Está establecido el plan de emergencia con las medidas a tomar en función de accidentes? [El plan debe presentar la asignación de responsabilidades, la prestación de primeros auxilios y atención médica inmediata en la obra, las comunicaciones dentro y fuera de ella (ambulancia, familiares, oficinas centrales y sindicatos), designación de centros de atención sanitaria, acordonamiento de la zona en que se haya producido la emergencia, la identificación de testigos y datos documentales de los sucesos]
10	1.10	UE: 89/391/CEE-Art.9.d ES: LEY31/1995-Art.23.e ES:RDL5/2000-Art.12.3 BR: LEY 6.514/1977-Art.157-200.I.201 BR: NR1.7.e-NR18Anexol	¿Se investigan y registran los accidentes e incidentes y de esta investigación se originan los cambios que sean necesarios para evitar futuros sucesos?

11	1.11	UE: 89/391/CEE-Art.3.b, 5.1 ES: LEY31/1995-Art.24.3-24.4 ES: RDL 5/2000-Art.12.29-42.3 BR: LEY 10.406/2002-Art.927.932.III.ParágrafoÚnico-CodigoCivil BR: LEY 6.514/1977-Art.157-200.I.201 BR: NR 1.6.1	¿Incluyen los contratos con los subcontratistas cláusulas donde se refleje la responsabilidad en preservar la seguridad y salud de los trabajadores?
12	1.12	UE: 89/391/CEE-Art.10 UE: 92/57/CEE-Art.11 ES: RD 1627/1997-Art.15 ES: RDL 5/2000-Art.12.8 BR: LEY 6.514/1977-Art.157.II.201 BR: NR1.7.b - NR12.132.1	¿Están los trabajadores informados, individualmente, a través de una declaración de principios sobre la descripción de su actividad, los riesgos asociados a ella y los controles pertinentes a su ocupación, deberes y responsabilidades en el desarrollo de sus actividades?
13	1.13	UE: 89/391/CEE-Art.6.1, 12 ES: LEY 31/1995-Art.19 ES: RDL5/2000-Art.12.8 BR: LEY 6.514/1977-Art.157.I.II.200.I.201 BR: NR18.28.2	¿Reciben los trabajadores formación en materia preventiva en el momento de su contratación?
14	1.14	UE: 89/391/CEE-Art.6.1, 12 UE: 89/655/CEE-Art. 6.1,6.3,7 UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.9.1.d ES: LEY 31/1995-Art.19 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.8.b.4 ES: RD1215/1997-Art. 5.1,5.4 ES: RDL5/2000-Art.12.8 BR: LEY 6.514/1977-Art.157.I.II.200.I.201 BR: NR18.28.3	¿Reciben los trabajadores formación en materia preventiva específica a las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías, maquinarias o procedimientos constructivos?
n	2	Referencia Normativas	Organización de la obra y condiciones de trabajo
15	2.1	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.18.2 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.19.b ES: RDL5/2000-Art.12.16.h BR: LEY 6.514/1977-Art.200.VII BR: NR18.4.2.11.4	¿Disponen los trabajadores de agua potable , tanto en los locales que ocupen, como cerca de los puestos de trabajo?
16	2.2	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.9.4 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.10.d ES: GT1627/1997 ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.27.1.h	¿Son independientes para personas y vehículos los accesos a obra , y el paso es seguro para éstos?
17	2.3	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.18.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.19.a ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.27.1h; 18.27.3	¿Están los accesos y el perímetro de la obra señalizados de manera que sean claramente visibles e identificables?
18	2.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.10.2-10.4 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.11.b ES: RDL5/2000-Art.12.16.g BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR12.8 - NR18.22.12.e;18.27.1.g	¿Están las zonas de trabajo suficientemente separadas y/o protegidas de las vías de circulación interna de la obra, y están dichas vías correctamente señalizadas ?
19	2.5	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.8.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.9.a ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR17.5.3; 18.37.2.4	¿Hay iluminación adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural?
20	2.6	UE: 89/655/CEE-AnexoII-4.1.6 UE: 2009/104/CE-AnexoII-4.1.6 ES: RD1215/1997-AnexoII-4.1.6 ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.V BR: NR18.14.1.12-18.14.26.6-18.15.47.25-18.15.56.2	¿Están los trabajos en altura efectuándose en condiciones meteorológicas que no pongan en peligro la seguridad de los trabajadores y la correcta ejecución de la obra?
21	2.7	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.4.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.5.a ES: RDL5/2000-Art.12.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.II BR: NR18.26.1-NR23.1.1;	¿Dispone la obra de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y están los trabajadores capacitados para utilizarlos?
22	2.8	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.6.2-3-10.4 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.7.b-c ES: RDL5/2000-Art.12.1.b-13.6-13.8.a BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.III.201 BR: NR18.20.1.c-d	En caso de trabajo en espacio confinado ¿está controlado el ambiente cuya atmósfera pueda contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable con dispositivos adecuados? Y ¿hay vigilancia permanente desde el exterior, se han tomado las precauciones de prevención necesarias y se puede prestar auxilio eficaz e inmediato?
n	3	Referencia Normativas	Protecciones contra caídas de materiales y personas

23	3.1	UE: 92/57/CEE-Art.8.d, AnexoIV.A.1.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.3.c ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR 18.13 BR: RTP01-4.1.1-4.1.2-4.2	¿La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección se verifican previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia?
24	3.2	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.5.2 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.3.b ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.13.1; 18.13.4; 18.13.12.1	¿Están los trabajos en altura efectuándose con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva (barandillas, plataformas o redes de seguridad)?
25	3.3	UE: 89/656/CEE-AnexoII UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.5.2 ES: RD773/1997-AnexoIV.9 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.3.b ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.166.200.I BR: NR18.23.3	¿Si, por la naturaleza del trabajo, no fuera posible utilizar las protecciones colectivas, se dispone de medios de acceso seguros y está el trabajador utilizando cinturón de seguridad con el mosquetón adecuado al trabajo, con doble anclaje y dispositivo anticaída en caso de línea de vida, siempre que haya riesgo de caída a distinto nivel igual o superior a 2,00 metros ?
26	3.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.5.2 RD1627/1997-AnexoIV.C.3.b ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.166.200.I BR: NR18.23.4	¿Está el anclaje del cinturón de seguridad o la línea de vida dimensionada/calculada para sujetar al trabajador o a los trabajadores en el caso de la línea de vida ?
27	3.5	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.4 UE: 95/63/CE.Anexo.I.3.2.3 RD1627/1997-AnexoIV.C.2 ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: NR18.14.5 BR: NR18.36.4.c BR: NR18AnexoIII.X.b	¿Están los materiales a izar convenientemente atados impidiendo su caída durante la operación?
28	3.6	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.5.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.3.a ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.13.4; 18.13.5	¿Están las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2,0m, protegidas mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente?
29	3.7	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.5.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.3.a ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.13.5	¿Tienen las barandillas resistencia suficiente, altura mínima de 90 centímetros y disponen de un reborde de protección, un pasamano y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores?
30	3.8	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.5.1, 5.2 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.3.a.c ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.10.3 BR: NR18.15.3	¿Está el entablado de las plataformas de trabajo sin huecos o resaltos entre las tablas, evitando que se pueda introducir el pie o tropezar al caminar por ellas?
n	4	Referencia Normativas	Maquinaria y herramientas
n	4.a	Referencia	Maquinaria y herramientas en general
31	4.1	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.7.1.e ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.6.b.4 UE: 89/655/CEE-AnexoII-2.2.1 ES: RD1215/1997-AnexoII-2.1 ES: GTRD1215/1997-AnexoII-2.1 ES: RDL5/2000-Art.12.8 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.200.I BR: NR12.135 - NR18.25.4	¿Está la maquinaria manejada por trabajadores que hayan recibido una formación específica para esta actividad?
32	4.2	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.9.1.a,b ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.8.b.1,2 UE: 89/655/CEE-Art.4.1bis ES: RD1215/1997-Art. 4.1 ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.200.I BR: NR12.111-12.131 - NR18.22.9	¿Ha sido comprobada la maquinaria después de cada montaje para asegurar su correcta instalación y buen funcionamiento?
33	4.3	UE: 89/655/CEE-AnexoII-2.13 UE: 2009/104/CE-Art.5.2 UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.7.1.d ES: RD1215/1997-Art. 4.2-4.3 ES: RDL5/2000-Art.12.1.b-11.7 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I-186.200.I BR: NR12.111-12.112-12.131 - NR18.14.23.4; 18.22.9; 18.22.11	¿Está la maquinaria sujeta a comprobaciones periódicas y los resultados de las comprobaciones documentados? ¿y posee cada maquinaria un libro de mantenimiento y éste se encuentra actualizado?

34	4.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.1.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.2.a ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.186.200.I BR: NR12.39 - NR18.22.1.f-h	¿Está garantizada la estabilidad de la maquinaria durante su utilización y desplazamiento ?
35	4.5	UE: 89/655/CEE-AnexoI-2.1,2.3 ES: RD1215/1997-AnexoI-1.1,1.3 ES: RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.184.200.I BR: NR12.24 - NR18.22.7	¿Están claramente visibles e identificables los dispositivos de arranque y parada de la maquinaria, y están estos situados fuera de las zonas peligrosas?
36	4.6	UE: 89/655/CEE-AnexoI-2.5 ES: RD1215/1997-AnexoI-1.4 ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.186.200.I BR: NR12.48 - NR18.22.3	¿Está la maquinaria, que entrañen riesgo de caída de objetos o de proyecciones , provista de dispositivos de protección?
37	4.7	UE: 89/655/CEE-AnexoI-2.16 ES: RD1215/1997-AnexoI-1.6 ES: RD 2177/2004-Art.único.1 ES: RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.186.200.I BR: NR12.64 - NR18.22.2	¿Dispone la maquinaria, cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre ella, de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esa no supongan un riesgo de accidentes?
38	4.8	UE: 89/655/CEE-AnexoI-2.11,2.15 ES: RD1215/1997-AnexoI-1.11,1.13 ES: RDL5/2000-Art.12.16.g BR: LEY 6.514/1977-Art.186.200.I.VII BR: NR12.116.1 - NR18.27.d	¿Dispone la maquinaria de señalización de seguridad? [Alerta sonora en los vehículos cuando van marcha atrás y en las grúas u otra maquinaria cuando se realiza el izado de cargas]
39	4.9	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.9.1.c UE: 89/655/CEE-Art.5 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.8.b ES: RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.186.200.I BR: NR12.106.d - NR18.22.1	Si se usa maquinaria vibratoria de alta intensidad (p.e. martillos neumáticos) ¿está en perfectas condiciones de uso, con el mantenimiento requerido a este tipo de equipo, y en especial se controla el tiempo máximo de utilización por un trabajador debido a los riesgos derivados de la vibración?
40	4.10	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.9.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.8.b ES: RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.179.200.I BR: NR18.11.2-18.11.5	El lugar donde se realizan soldaduras ¿está situado en zona bien ventilada, con suficiente movimiento de aire para que se evite la acumulación de humos tóxicos o las posibles deficiencias de oxígeno, y está el operario situado de espaldas al viento? Cuándo el lugar de trabajo no tenga ventilación natural ¿se adoptan medidas de ventilación y/o extracción forzada de los humos producidos por la soldadura?
n	4.b	Referencia	Maquinaria de trabajo en altura
41	4.11	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.7.1.b,c ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.6.b.2,3 UE: 89/655/CEE-AnexoI-3.2.1 ES: RD1215/1997-AnexoI-2.a ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.III.186.200.I BR: NR18.22.12.f	¿Disponen los equipos de trabajo para la elevación de cargas , las condiciones necesarias para garantizar su solidez y estabilidad durante su empleo, estando definidas las cargas máximas que se pueden levantarse?
42	4.12	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.10.4 UE: 95/63/CE-Anexo.II.3.2.5 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.11.d ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR12.13 - NR18.14.5-NR18.14.24.12-18.27.1.g-AnexoIII.IX.b	¿Están las áreas de carga y descarga de materiales aisladas, señalizadas y libre de personas ajenas a esta operación?
43	4.13	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.10.4 UE: 95/63/CE-Anexo.II.3.2.5 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.11.d ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR12.13 - NR18.14.24.12	¿Se mantienen los trabajadores encargados de la carga y descarga alejados del área de circulación de las cargas mientras éstas no estén en su nivel de trabajo?
44	4.14	UE: 89/655/CEE-AnexoII.3.1.3 UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.10.4 ES: RD1215/1997-AnexoII.3.1.c ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR12.13 - NR18.14.24.12	¿El paso de cargas suspendidas se hace por áreas protegidas o libres de trabajadores ? O si es necesario hacerlo sobre zonas de trabajo o vías de circulación ¿se interrumpe la actividad y el paso de vehículos y personas mientras se realiza el transporte de las cargas?
45	4.15	UE: 89/655/CEE-AnexoII-3.2.2 ES: RD1215/1997-AnexoII-3.2.b ES: GTRD1215/1997-AnexoII-3.2.b ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.22.12.f	¿Durante el empleo de una grúa móvil se han adoptado medidas para evitar su balanceo, vuelco, desplazamiento y deslizamiento?
n	5	Referencia Normativas	Andamios

46	5.1	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.6.1 ES: GT1627/1997-AnexoIV.C.5.a UE: 89/655/CEE-AnexoII-4.3.4 ES: RD1215/1997-AnexoII-4.3.1 ES: RD2177/2004-Art.único.2 ES: RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.15.1, 18.15.2	¿Están los andamios proyectados y montados de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente?
47	5.2	UE: 89/655/CEE-AnexoII-4.3.6 ES: RD1215/1997-AnexoII-4.3.7 ES: RD2177/2004-Art.único.2 ES: RDL5/2000-Art.12.8-12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.15.30.2	¿Se hace el montaje y desmontaje de los andamios bajo la dirección de una persona con una formación que lo habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica?
48	5.3	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.6.3 ES: GT1627/1997-AnexoIV.C.5.c ES: RD1215/1997-AnexoII-4.3.8 ES: RD2177/2004-Art.único.2 ES: RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.15.2.4	¿Están los andamios inspeccionados antes de su puesta en servicio y periódicamente, así como, tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad?
49	5.4	UE: 89/655/CEE-AnexoII-4.3.3 ES: RD1215/1997-AnexoII-4.3.4 ES: RD2177/2004-Art.único.2 ES: RDL5/2000-Art.12.16.f BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.15.10	¿Están los elementos de apoyo de los andamios protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente?
n	6	Referencia Normativas	Instalaciones eléctricas y soldaduras
50	6.1	UE: 89/391/CEE-Art.6.1, 12 UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.9.1.d ES: RD614/2001-Art.5 ES: RDL5/2000-Art.12.8 BR: LEY 6.514/1977-Art.179.200.I BR: NR18.28.1,18.28.3	¿Han recibido los trabajadores una formación adecuada sobre el riesgo eléctrico, las medidas de prevención y protección?
51	6.2	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.2.1 UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.2.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.10.a ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.179 BR: NR10.4.1	¿Se verifican y mantienen las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén a la intemperie ?
52	6.3	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.2.1 UE: 89/655/CEE.Anexo.I.2.19 ES: ITC-BT-24.4.1.2 ES: ITC-BT-08 ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.179.200.I BR: NR12.15-NR18.21.16 RTP05-3.2.2	¿Disponen los equipos e instalaciones eléctricas de tomas de tierra ?
53	6.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.2.1 UE: 89/655/CEE.Anexo.I.2.19 ES: ITC-BT-33.4.2 ES: ITC-BT-24.3.5 ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.179.200.I BR: CPR-PE RTP05-3.2.1	¿Está cada base de toma de corriente protegida por dispositivo diferencial de corriente residual de no máximo 30mA ?
54	6.5	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.3.c ES: RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.179.200.I BR: NR18.21.13 BR: RTP05-4.1	¿Presentan los cuadros eléctricos dispositivo de parada de emergencia visible y accesible?
n	7	Referencia Normativas	Equipos de Protección Individual - EPI
55	7.1	UE: 89/656/CEE-Art.3.4 ES: RD773/1997-Art.3.4 ES: RDL5/2000-Art.12.15.f BR: LEY 6.514/1977-Art.166.200.I BR: NR18.23.1-18.37.7.2.c	¿Reciben los trabajadores, gratuitamente, los EPI correctamente dimensionados?
56	7.2	UE: 89/656/CEE-Art.4.7 ES: RD773/1997-Art.8 ES: RDL5/2000-Art.12.8 BR: LEY 6.514/1977-Art.166.200.I BR: NR18.28.2.c BR: NR18.37.7.4	¿Reciben los trabajadores formación sobre la utilización de los EPI?
57	7.3	UE: 89/656/CEE.Anexo.II ES: RD773/1997.Anexo.I.8 ES: RDL5/2000-Art.12.15.f BR: LEY 6.514/1977-Art.166.200.I BR: NR18.23.1-18.37.7.2.c	¿Están los trabajadores utilizando chalecos reflectantes para que facilite su visualización en la obra e identificación, excepto los trabajadores que estén realizando actividades de soldadura y corte de ferralla ?
n	8	Referencia Normativas	Estructuras

58	8.1	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.12.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.11.a ES: RDL5/2000-Art.13.7 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.9.3; 18.36.4.d BR: NBR14931-8.2.1	¿Se están construyendo, montando y desmontando bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente las estructuras de hormigón, metálicas, y las piezas prefabricadas y los elementos temporales (incluyendo encofrados, soportes temporales, apuntalamientos, pretensado y otros elementos estructurales auxiliares)?
59	8.2	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.3 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.11.a ES: GT1627/1997 ES:RDL5/2000-Art.12.6 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7.2 BR: NBR14931-7.1-7.2.2.1	¿Disponen las actividades de construcción, montaje y desmontaje de las estructuras [estructuras de hormigón, metálicas, y las piezas prefabricadas y los elementos temporales (incluyendo encofrados, soportes temporales, apuntalamientos, pretensado y otros elementos estructurales auxiliar)] de un procedimiento de trabajo, en el que conste el orden a seguir y los medios de prevención necesarios?
60	8.3	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.3 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.11.b ES:RDL5/2000-Art.12.6 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.9.1 BR: NBR14931-7.1-7.2.2.2	¿Están proyectados, calculados, montados y mantenidos de manera que pueden soportar sin riesgo las cargas a las que sean sometidos los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos y otras estructuras auxiliares?
61	8.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.12.2 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.11.c ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7-18.37.7.1-18.37.7.2-18.37.7.4-18.37.7.4.1-18.37.7.5	¿Se han adoptado las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los riesgos derivados de la rotura o inestabilidad temporal de un elemento en construcción?

Bloque B: Requisitos de evaluación específicos según actividades y métodos constructivos

n	9	Referencia Normativas	Excavaciones y cimentaciones
62	9.1	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.10.2 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.9.a ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.III BR: NR-18.6.4-18.6.4.1 BR: RTP03-3.2	¿Antes del inicio del movimiento de tierras se ha obtenido información de las compañías suministradoras y de las administraciones públicas, sobre posibles conducciones subterráneas y fueron establecidas las medidas preventivas para evitar el contacto de la maquinaria con dichas redes de suministro?
63	9.2	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.10.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.9.a ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.III BR: NR-18.6.5-18.6.6-18.6.7-18.6.9 BR: RTP03-3.1 BR: NBR9061-7.3.2	¿Está garantizada la estabilidad de los taludes previniendo el sepultamiento por desprendimiento de tierras?
64	9.3	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.10.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.9.a ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.III BR: NR-18.6.5-18.6.6-18.6.7-18.6.9 BR: RTP03-3.1	¿Están dispuestos en los taludes con un ángulo superior a 45º los apuntalamientos o entibaciones correspondientes?
65	9.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.10.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.9.a ES:RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.III BR: NR18.6.3	¿Se revisa a diario , antes de iniciar los trabajos en las zanjas y pozos, el estado de los taludes, apuntalamientos o entibaciones ?
66	9.5	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.10.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.9.a ES:RDL5/2000-Art.12.16.f BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.III BR: NR18.6.3-18.37.2.5 BR: NBR9061-7.3.4	¿Se ha previsto la disposición de drenaje provisional para evitar escorrentía sobre el talud durante su construcción?
67	9.6	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.10.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.9.a ES:RDL5/2000-Art.12.16.f-g BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.III BR: NR18.6.11	En caso de vaciados con profundidad superior a 2,00 metros ¿está su perímetro señalado y protegido con barandillas autoportantes separadas 2,00 metros del borde de la excavación?
68	9.7	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.10.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.9.a ES:RDL5/2000-Art.12.16.f.g BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.III BR: NR18.6.11	En caso de vaciados con profundidad inferior a 2,00 metros ¿está el perímetro del vaciado señalizado o protegido con barandillas autoportantes, balizamiento de cintas o malla que impida el paso?

69	9.8	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.10.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.9.a ES:RDL5/2000-Art.12.16.f BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I.III BR: NR18.6.3-18.36.3.h RTP03-3.1 RTP04-5 BR: NBR9061-11.3.1	¿Son las pasarelas, utilizadas para salvar huecos, zanjas o pozos, de anchura mínima de 60 centímetros y bordeadas con barandillas y resistencia adecuada?
70	9.9	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.10.4, AnexoIV.B.II.4 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.11.d, AnexoIV.C.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.III.186.200.I BR: NR18.6.13-18.13.1 RTP03-3.1 BR: NBR9061-11.1.1	¿Están los trabajadores fuera del radio de acción de la pilotadora, pantalladora, grúas auxiliares u otras ?
71	9.10	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.4 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.III.186.200.I BR: NR18.8.6-18.13.1-18.36.4.b-d BR: NBR9061-8.4.5.1	¿Está la jaula de armadura correctamente atada y rigidizada para evitar la caída de barras durante el izado? ¿Está la jaula de armadura correctamente colgada del equipo de izar para evitar su caída?
72	9.11	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.10.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.9.b ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: NR18.13.1	¿Están las excavaciones, para colocación de las jaulas y donde se transita, convenientemente protegidas contra la caída de personas?
n	10	Referencia Normativas	Cimbrado y descimbrado
n	10.a	Referencia	Montaje y desmontaje de cimbras
73	10.1	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.b ES:RDL5/2000-Art.12.6 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7 BR: NBR6118-5.2.3.3 BR: NBR14931-7.1	¿Existe proyecto con planos de montaje y procedimiento que incluya las instrucciones de seguridad para el montaje y desmontaje de la cimbra?
74	10.2	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.b ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7 BR: NBR6118-5.2.3.3 BR: NBR14931-7.1	¿Se realiza el montaje de la cimbra de acuerdo con el proyecto, plano de montaje o procedimiento, con la colocación correcta de los elementos en posición y con las uniones indicadas en el proyecto ?
75	10.3	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.c ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7 BR: NBR14931-7.2.2.2	¿Se hace el montaje de la cimbra en cimentación adecuada sobre terreno compactado o sobre losa evitando asientos excesivos y vuelco?
76	10.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.4 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.11.d-AnexoIV.C.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7 BR: NR18.13.1	¿Está libre el área de trabajo de la presencia de trabajadores ajenos a la actividad del montaje o desmontaje de la cimbra?
77	10.5	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.b ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7 BR: NBR14931-7.2.2.2	Cuándo es necesario realizar cambios en la estructura de la cimbra ¿se hace obedeciendo a nuevos cálculos del técnico especialista y al nuevo proyecto , plano de montaje o procedimiento?
78	10.6	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.1-12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.a.b ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.III.184.186.200.I BR: NR18.9.3-18.37.7 BR: NBR14931-9.2.2	¿Se revisó el montaje de la cimbra antes de la puesta en carga y está documentada la aptitud para la puesta en servicio , siendo ambas realizadas por técnico competente ?
n	10.b	Referencia	Cimbras: convencional y porticada
79	10.7	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.4 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.2 ES:RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7	¿Se prioriza el montaje de las torres a nivel del suelo siempre que sea posible? En este caso, al realizar el izado de las torres ¿permanecen éstas sujetas por la grúa hasta asegurar su estabilidad?

80	10.8	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.186.200.I BR: NR18.37.7 BR: NR18.23.3-18.23.4	¿Se posiciona el trabajador en el interior de la torre con uso del sistema de doble anclaje del cinturón de seguridad o del dispositivo anticaída en el caso de línea de vida vertical?
81	10.9	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.186.200.I BR: NR18.37.7	¿Disponen las torres de plataformas de trabajo donde pueda apoyarse el trabajador al ejecutar su actividad y está con el cinturón de seguridad sujeto a un punto de resistencia suficiente ?
82	10.10	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.23.3-18.23.4-18.37.7	Caso de que sea necesario el tránsito sobre las vigas de las cimbras porticadas ¿se han dispuestas líneas de vida antes de su izado? Y si son vigas de celosía , además, ¿se han dispuestas plataformas de trabajo que garantice el tránsito seguro sobre éstas?
83	10.11	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.c ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7	La colocación de las vigas en las cimbras porticadas ¿se hace desde plataformas auxiliares o plataformas de elevación y desde posiciones de trabajo predeterminadas en las que los trabajadores estén protegidos frente a la probabilidad de caída de la viga a montar ?
n	11	Referencia Normativas	Encofrado y desencofrado
84	11.1	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.A.10.4, AnexoIV.B.II.4, 12 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.A.11.d, AnexoIV.C.2-11 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.14.5	Durante la puesta en obra del encofrado y el desencofrado ¿permanecen en el área de la operación solamente los trabajadores involucrados en dicha operación?
85	11.2	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.24.1	¿Se acopian los paneles de encofrado de manera que se ofrezca estabilidad suficiente para evitar su desplome, derrumbamiento o deslizamiento ?
86	11.3	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2-12 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b-11 ES:RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.13.1	¿Se prioriza el premontaje del encofrado en mesas, incluyendo las plataformas fijas de trabajo y todos los elementos que sean posibles antes de su izado, reduciendo el tiempo de trabajo en altura ?
87	11.4	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b ES:RDL5/2000-Art.12.16.b-f BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.13.1	Antes del izado de los encofrados ¿fueron puestas las protecciones colectivas , barandillas (hacia la parte exterior), y líneas de vida (hacia el interior) cuando presente hastiales superiores a 2,00 metros? Y ¿presentan las barandillas altura eficaz de protección para las posteriores operaciones de colocación de ferralla y hormigonado?
88	11.5	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.2-12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.b.c ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.9.1-18.9.3 BR: NBR14931-7.1-7.2.2.3-9.2.1	¿Están los encofrados horizontales arriostrados para evitarse desplazamientos horizontales en el montaje y en su situación de servicio?
89	11.6	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.2-12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.b.c ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.9.1-18.9.3 BR: NBR14931-7.1-7.2.2.3-9.2.1	En los encofrados verticales a dos caras ¿son las barras roscadas para anclajes de longitud acorde con el espesor del hormigón, más la longitud necesaria para roscar la tuerca, sobresaliendo la barra al menos 2 centímetros desde la tuerca ?
90	11.7	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.2-12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.b.c ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.9.1-18.9.3 BR: NBR14931-7.1-7.2.2.3-9.2.1	En los encofrados verticales a una cara ¿están convenientemente dispuestos los apuntalamientos para evitar movimientos del mismo durante el hormigonado ?
91	11.8	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.13.1	¿Se colocaron las barandillas en el tablero antes de retirar los módulos de encofrado con sus barandillas incorporadas?

92	11.9	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.4-12 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.2-11 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.9.4	Antes de comenzar la operación de montaje y desmontaje de los encofrados ¿se garantiza que el encofrado esté enganchado y estabilizado por el equipo de izar ?
n	12	Referencia Normativas	Ferrallado y hormigonado
93	12.1	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3 ES:RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.8.1	¿Se prioriza el premontaje de la ferralla al nivel del suelo?
94	12.2	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.1.1, 12.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.1.a-11.c ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR 18.8.3	Durante el montaje de la ferralla ¿se usan medios adecuados para elevar y colocar las armaduras a la altura de necesaria de trabajo? Y ¿se controla que los trabajadores no trepen a las armaduras?
95	12.3	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997-Art.5.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.8.5	¿Están los extremos de las armaduras protegidos?
96	12.4	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR 18.8.4 BR: NBR14931-8.1.6.1	Cuando el nivel desde el que se está hormigonando esté formado por emparrillados de barras que formen una retícula de más de 0,20 metros por 0,20 metros ¿están disponibles pasillos provisionales de madera u otro material para la circulación del personal?
97	12.5	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.2 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.c ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR 18.8.4 BR: NBR14931-8.1.5.5	¿Se ha verificado que los emparrillados de barras tienen suficiente estabilidad y rigidez para soportar el peso de los trabajadores ?
98	12.6	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.c ES:RDL5/2000-Art.12.6-12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NBR14931-9.5.2 BR: NR18.9.1	Al realizar el hormigonado ¿se sigue el proyecto de cimbra y encofrado en relación con la colocación del hormigón , en especial evitando su acumulación puntual y consecuyente sobrecargas excesivas ?
99	12.7	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2, 12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b-11.c ES:RDL5/2000-Art.12.6-12.16.b.f BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.13.1	Antes del hormigonado ¿son dispuestos los elementos necesarios para el posterior encaje de las barandillas ?
n	13	Referencia Normativas	Tesado de la armadura activa
100	13.1	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997-Art.5.2 ES:RDL5/2000-Art.12.16.f BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.9.7	¿Se usa un tubo metálico entre la salida de la enfiladora y la entrada en la vaina?
101	13.2	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.A.10.4 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.A.11.d ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.9.6	¿Se posicionan los trabajadores fuera del radio de acción del gato mientras se esté tesando la armadura, e igualmente en el extremo opuesto?
102	13.3	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.1 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.a ES:RDL5/2000-Art.13.7 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.9.7 BR: NR14931--8.2.1	¿Se realiza el tesado de armadura bajo supervisión de técnico especializado observando y dirigiendo la operación?
103	13.4	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, Art.8.d ES: RD1627/1997-Art.5.2, Art.10.b ES:RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.182.1186.200.I BR: NR18.9.7 BR: NR14931-AnexoA.8.3.5	¿Se ha realizado el mantenimiento adecuado del manómetro, de las mangueras y conexiones, la central de presión y el gato?
104	13.5	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997-Art.5.2 ES:RDL5/2000-Art.12.16.f BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.9.7	Durante el corte de los cables ¿se ha tomado precauciones para que las partículas producidas por el disco de la radial no ocasione quemaduras y la herramienta de corte tiene las protecciones adecuadas para evitar cortes y heridas debido al riesgo de la rotura del disco?

n	14	Referencia Normativas	Elementos prefabricados
105	14.1	UE: 89/391/CEE-Art.12 UE: 89/655/CEE-Art. 6.1,6.3,7 UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.9.1.d ES: LEY 31/1995-Art.19 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.8.b.4 ES: RD1215/1997-Art. 5.1,5.4 ES: RDL5/2000-Art.12.8 BR: LEY 6.514/1977-Art.157.I.II.200.I BR: NR18.28.3-18.37.7.4	¿Es el equipo de trabajo especializado y con formación específica sobre el procedimiento de ejecución de las operaciones con elementos prefabricados, y sobre los riesgos asociados a estas operaciones?
106	14.2	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.I.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.B.1 ES:RDL5/2000-Art.12.6 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.II.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7.2	¿Se ha redactado un procedimiento considerando las maniobras de transporte, carga y descarga de los elementos prefabricados explícitamente asegurando la estabilidad durante su acopio y en las diferentes fases de construcción?
107	14.3	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.10.4 RD1627/1997-AnexoIV.A.11.d ES:RDL5/2000-Art.12.16.g BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.14.6	¿Se señalizan las zonas de acceso y delimitan las zonas de posicionamiento de los vehículos para las operaciones de descarga de los elementos prefabricados?
108	14.4	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.I.1 ES: RD1627/1997-AnexoIV.B.1 ES:RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7	¿Están claramente definidos el peso, los puntos de eslingado y los ángulos de la dirección del tiro de los elementos prefabricados ?
109	14.5	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.5.2 RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.3.b ES:RDL5/2000-Art.12.16.b.f BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR 18.13.1	¿Presentan los elementos prefabricados dispositivos para posterior colocación de los medios de protección colectiva (barras portacables de seguridad, los soportes de barandillas y líneas de vida) cuando estos estén en su posición definitiva en obra ?
110	14.6	UE: 92/57/CEE-AnexoIV.A.10.4 ES: RD1627/1997-AnexoIV.A.11.d ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.14.5	¿Está el lugar donde se realizan las operaciones con los elementos prefabricados, libre de obstáculos y de personal ajeno a estas operaciones?
111	14.7	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.A.10.4 RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.A.11.d ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.14.24.2-18.37.7.2.e	¿Están los trabajadores involucrados en la operación con los elementos prefabricados posicionados fuera del área de proyección vertical de la pieza en su movimiento, y tampoco sobre ellas ?
112	14.8	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.4 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.II.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7.2-18.37.7.3	¿Se realiza el desplazamiento de los elementos prefabricados empleando únicamente el sistema y útiles especificados por el fabricante, siguiendo sus instrucciones de uso y manipulación?
113	14.9	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.4 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7.2.e	En la operación de enganche de las piezas para su manipulación ¿está comprobada la seguridad de la conexión realizada ?
114	14.10	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.4 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.14.8	¿Está el centro de gravedad de la pieza por debajo del punto de tiro para la elevación y traslado de la pieza, o en caso contrario, se dispone del utillaje que asegure la estabilidad de la pieza en la realización de dicha operación?
115	14.11	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997-Art.5.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7.2.e	¿Se hace el guiado de las piezas con elementos auxiliares , como cuerdas de guiado, y nunca colocando las manos ni el propio cuerpo del trabajador para el guiado de ellas?
116	14.12	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997-Art.5.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7.2.e	¿Tan sólo se suelta la unión del elemento prefabricado del equipo de elevación cuando aquel esté debidamente estabilizado en su posición definitiva de la obra, de descarga o de acopio?

n	15	Referencia Normativas	Elementos y operaciones especiales
n		Referencia	Cimbras autolanzable, empuje dinteles, carros de avance, encofrados deslizantes, encofrados trepantes, vigas de lanzamiento.
117	15.1	UE: 89/391/CEE-Art.12 UE: 89/655/CEE-Art. 6.1,6.3,7 UE: 92/57/CEE-AnexoIV.B.II.9.1.d ES: LEY 31/1995-Art.19 ES: RD1627/1997-AnexoIV.C.8.b.4 ES: RD1215/1997-Art. 5.1,5.4 ES: RDL5/2000-Art.12.8 BR: LEY 6.514/1977-Art.157.I.II.200.I BR: NR18.28.3-18.37.7.4 BR: NBR14931-9.2.5	¿Ha recibido el equipo de trabajo formación específica según el método constructivo adoptado para la construcción del viaducto o puente?
118	15.2	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.1-12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.a-c ES:RDL5/2000-Art.12.6 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.II.III.184.186.200.I BR: NR18.9.2-18.37.7 BR: NBR14931-3.4-7.1-9.3.1	¿Poseen los elementos auxiliares (elegidos según el método constructivo) de procedimientos de montaje y desmontaje y está supervisado por técnico con formación especializada ?
119	15.3	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.1-12.3 ES: RD1627/1997- ES:RDL5/2000-Art.12.6 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.II.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7	¿Poseen los elementos auxiliares protocolo de operación con la designación del equipo de trabajo y el responsable por su operación?
120	15.4	UE: 92/57/CEE-Art.8.b ES: RD1627/1997-Art.10.b ES:RDL5/2000-Art.12.6 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.II.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7	¿Poseen los elementos auxiliares procedimientos de inspección y mantenimiento ?
121	15.5	UE: 92/57/CEE-Art.8.b ES: RD1627/1997-Art.10.b ES:RDL5/2000-Art.12.16.b BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.II.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7	¿Son los elementos auxiliares inspeccionados siempre que son reutilizados (como son las barras de pretensado)?
122	15.6	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.1-12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.a-c ES:RDL5/2000-Art.13.7 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.II.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7	¿Son los sistemas automatizados controlados por técnico especialista , y poseen sistemas de parada de emergencia?
123	15.7	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.4 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.200.I BR: NR18.37.7 BR: NBR14931-7.1	¿Está el elemento especial en equilibrio tanto en posición definitiva como en todas las posiciones intermedias que presenta durante su desplazamiento ?
124	15.8	UE: 92/57/CEE-Art.5.b, AnexoIV.B.II.12.3 ES: RD1627/1997-Art.5.2, AnexoIV.C.11.c ES:RDL5/2000-Art.12.6 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.II.III.184.186.200.I BR: NR18.37.7 BR: NBR14931-7.1	Cuando el elemento especial está en posición de trabajo ¿se han adoptado todas las medidas previstas en el procedimiento de operación para asegurar su estabilidad frente a las acciones de peso de hormigón y ferralla o de elementos prefabricados ?
125	15.9	UE: 92/57/CEE-Art.5.b ES: RD1627/1997- Art.5.2 ES:RDL5/2000-Art.13.10 BR: LEY 6.514/1977-Art.182.I.II.III.184.186.200.I BR: NR18.9.3-18.37.7 BR: NBR6118-5.2.3.4 BR: NBR9061-13 BR: NBR14931-7.2.2.3-7.2.4	¿Existe instrumentación que permita controlar el comportamiento de elementos auxiliares de construcción especiales y de la estructura en construcción (por ejemplo, movimientos, tensiones)? ¿Se han establecido umbrales de parada?

APÉNDICE D

Sistema ERL: análisis obra A en t1

Obra A, t1																									
D. Protocolo OC/PV y Sistema ERL																									
Bloque A: Requisitos básicos de evaluación																									
n	N	T	Requisitos	Calificación (Req)				N.Trab		Tipología Exposición			Gravedad			Índice básico		Infr-ES		Sanción-ES		Infr-BR		Sanción-BR	
				NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Ex	Ex' _D	Ex' _I	Grav	g'	mg'	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}	
i	1	T	Gestión	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Ex	0	2	Grav	0	2	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}	
1	1.1	2	¿Ha sido elaborado y aprobado por la dirección de la obra un plan de seguridad y salud en el trabajo, y está actualizado y de acuerdo con las operaciones realizadas en obra?		1					i			mg			0	0	0,0400	G	0	- €	I4	0	- BRL	
2	1.2	2	¿Presenta la constructora y los subcontratistas servicio de prevención propio o ajeno y están sometidos a auditoría externa?		1					i			mg			0	0	0,0400	G	0	- €	I4	0	- BRL	
3	1.3	2	¿Está constituido el comité de seguridad y salud con la representación de los trabajadores a través de los delegados de prevención?		1					i			mg			0	0	0,0400	G	0	- €	I4	0	- BRL	
4	1.4	2	¿Son todas las operaciones realizadas bajo la dirección de técnico responsable , en especial las que se ejecutan en el periodo nocturno?			1		127		i		1	mg			1	1	0,0400	0,0400	MG	1	40.986,00 €	I4	1	4.702,26 BRL
5	1.5	2	¿Presenta la obra todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes y realiza evaluación de los riesgos de accidentes?		1					i			mg			0	0	0,0400	MG	0	- €	I3	0	- BRL	
6	1.6	1	¿Presenta la obra todas las medidas necesarias para la prevención de accidentes a terceros (personas, vehículos y propiedades)?		1					d			mg			0	0	0,0400	MG	0	- €	I4	0	- BRL	
7	1.7	2	¿Ha sido realizada una evaluación de los riesgos ambientales donde se prevea la posibilidad de que estos sean nocivos para los trabajadores?		1					i			mg			0	0	0,0400	G	0	- €	I4	0	- BRL	
8	1.8	2	¿Está establecido un plan de contingencia y están los umbrales para comenzar su aplicación perfectamente definidos? [El plan debe establecer unas medidas a tomar en función del umbral superado, las personas responsables de adopción de estas medidas y un plazo para la realización de la reunión de contingencia]			1		127		i		1	mg			1	1	0,0400	0,0400	G	1	2.046,00 €	I4	1	4.702,26 BRL

9	1.9	2	¿Está establecido el plan de emergencia con las medidas a tomar en función de accidentes? [El plan debe presentar la asignación de responsabilidades, la prestación de primeros auxilios y atención médica inmediata en la obra, las comunicaciones dentro y fuera de ella (ambulancia, familiares, oficinas centrales y sindicatos), designación de centros de atención sanitaria, acordonamiento de la zona en que se haya producido la emergencia, la identificación de testigos y datos documentales de los sucesos]	1						i	mg	0	0	0,0400				G	0	-	€	14	0	-	BRL
10	1.10	2	¿Se investigan y registran los accidentes e incidentes y de esta investigación se originan los cambios que sean necesarios para evitar futuros sucesos?	1						i	mg	0	0	0,0400				G	0	-	€	13	0	-	BRL
11	1.11	2	¿Incluyen los contratos con los subcontratistas cláusulas donde se refleje la responsabilidad en preservar la seguridad y salud de los trabajadores?	1						i	g	0		0,0240				G	0	-	€	11	0	-	BRL
12	1.12	2	¿Están los trabajadores informados, individualmente, a través de una declaración de principios sobre la descripción de su actividad, los riesgos asociados a ella y los controles pertinentes a su ocupación, deberes y responsabilidades en el desarrollo de sus actividades?	1						i	g	0		0,0240				G	0	-	€	12	0	-	BRL
13	1.13	2	¿Reciben los trabajadores formación en materia preventiva en el momento de su contratación?	1						i	mg	0	0	0,0400				G	0	-	€	13	0	-	BRL
14	1.14	2	¿Reciben los trabajadores formación en materia preventiva específica a las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías, maquinarias o procedimientos constructivos?	1						i	mg	0	0	0,0400				G	0	-	€	13	0	-	BRL
n	2	T	Organización de la obra y condiciones de trabajo	NA	CO	DIS	RGI	NT	E_I	Exp	1	0	Grav	0	1	n'_{mg}	f	f	I_{ES}	I'_{ES}	S_{ES}	I_{BR}	I'_{BR}	S_{BR}	
15	2.1	1	¿Disponen los trabajadores de agua potable , tanto en los locales que ocupen, como cerca de los puestos de trabajo?	1						i	mg	0	0	0,0400				G	0	-	€	14	0	-	BRL
16	2.2	1	¿Son independientes para personas y vehículos los accesos a obra , y el paso es seguro para éstos?	1						d	mg	0	0	0,0400				MG	0	-	€	12	0	-	BRL
17	2.3	1	¿Están los accesos y el perímetro de la obra señalizados de manera que sean claramente visibles e identificables?	1						d	mg	0	0	0,0400				MG	0	-	€	12	0	-	BRL
18	2.4	1	¿Están las zonas de trabajo suficientemente separadas y/o protegidas de las vías de circulación interna de la obra, y están dichas vías correctamente señalizadas ?	1				127		d	1	mg	1	1	0,0400	0,0400		G	1	2.046,00	€	13	1	3.514,72	BRL

19	2.5	1	¿Hay iluminación adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural?	1				d		mg	0	0				MG	0	-	€	12	0	-	BRL	
20	2.6	1	¿Están los trabajos en altura efectuándose en condiciones meteorológicas que no pongan en peligro la seguridad de los trabajadores y la correcta ejecución de la obra?	1				i		mg	0	0	0,0400			MG	0	-	€	14	0	-	BRL	
21	2.7	1	¿Dispone la obra de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y están los trabajadores capacitados para utilizarlos?	1				i		g	0		0,0240			G	0	-	€	13	0	-	BRL	
22	2.8	1	En caso de trabajo en espacio confinado ¿está controlado el ambiente cuya atmósfera pueda contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable con dispositivos adecuados? Y ¿hay vigilancia permanente desde el exterior, se han tomado las precauciones de prevención necesarias y se puede prestar auxilio eficaz e inmediato?	1				d		mg	0	0				MG	0	-	€	14	0	-	BRL	
n	3	T	Protecciones contra caídas de materiales y personas	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	1	0	Grav	0	1	n ^{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
23	3.1	1	¿La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección se verifican previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia?	1				d		mg	0	0	0,0400			MG	0	-	€	14	0	-	BRL	
24	3.2	1	¿Están los trabajos en altura efectuándose con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva (barandillas, plataformas o redes de seguridad)?	1				d		mg	0	0	0,0400			MG	0	-	€	14	0	-	BRL	
25	3.3	1	¿Si, por la naturaleza del trabajo, no fuera posible utilizar las protecciones colectivas, se dispone de medios de acceso seguros y está el trabajador utilizando cinturón de seguridad con el mosquetón adecuado al trabajo, con doble anclaje y dispositivo anticaída en caso de línea de vida, siempre que haya riesgo de caída a distinto nivel igual o superior a 2,00 metros ?	1				d		mg	0	0	0,0400			MG	0	-	€	14	0	-	BRL	
26	3.4	2	¿Está el anclaje del cinturón de seguridad o la línea de vida dimensionada/calculada para sujetar al trabajador o a los trabajadores en el caso de la línea de vida ?	1				d		mg	0	0	0,0400			MG	0	-	€	13	0	-	BRL	

27	3.5	1	¿Están los materiales a izar convenientemente atados impidiendo su caída durante la operación?	1	12		d	1		mg	1	1	0,0400	0,0400	MG	1	40.986,00 €	I3	1	3.514,72 BRL				
28	3.6	1	¿Están las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2,0m, protegidas mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente?	1			d			mg	0	0	0,0400		MG	0	- €	I4	0	- BRL				
29	3.7	1	¿Tienen las barandillas resistencia suficiente, altura mínima de 90 centímetros y disponen de un reborde de protección, un pasamano y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores?	1			d			mg	0	0	0,0400		MG	0	- €	I3	0	- BRL				
30	3.8	1	¿Está el entablado de las plataformas de trabajo sin huecos o resaltos entre las tablas, evitando que se pueda introducir el pie o tropezar al caminar por ellas?	1			d			mg	0	0	0,0400		MG	0	- €	I4	0	- BRL				
n	4	T	Maquinaria y herramientas	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	Ex _D	Ex _I	Grav	g'	mg'	n _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
n	4.a	T	Maquinaria y herramientas en general	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	0	1	Grav	1	0	n _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
31	4.1	2	¿Está la maquinaria manejada por trabajadores que hayan recibido una formación específica para esta actividad?	1					i				mg		0	0	0,0400		G	0	- €	I4	0	- BRL
32	4.2	2	¿Ha sido comprobada la maquinaria después de cada montaje para asegurar su correcta instalación y buen funcionamiento?	1					d				mg		0	0	0,0400		MG	0	- €	I3	0	- BRL
33	4.3	2	¿Está la maquinaria sujeta a comprobaciones periódicas y los resultados de las comprobaciones documentados? Y ¿posee cada maquinaria un libro de mantenimiento y éste se encuentra actualizado?	1	30				i		1		g	1			0,0240	0,0240	G	1	2.046,00 €	I4	1	4.702,26 BRL
34	4.4	1	¿Está garantizada la estabilidad de la maquinaria durante su utilización y desplazamiento ?	1					d				mg		0	0	0,0400		MG	0	- €	I3	0	- BRL
35	4.5	1	¿Están claramente visibles e identificables los dispositivos de arranque y parada de la maquinaria, y están estos situados fuera de las zonas peligrosas?	1					d				g	0			0,0240		G	0	- €	I3	0	- BRL
36	4.6	1	¿Está la maquinaria, que entrañen riesgo de caída de objetos o de proyecciones , provista de dispositivos de protección?	1					d				mg		0	0	0,0400		MG	0	- €	I4	0	- BRL

37	4.7	1	¿Dispone la maquinaria, cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre ella, de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esa no supongan un riesgo de accidentes?	1					d		g	0		0,0240	G	0	-	€	14	0	-	BRL		
38	4.8	1	¿Dispone la maquinaria de señalización de seguridad? [Alerta sonora en los vehículos cuando van marcha atrás y en las grúas u otra maquinaria cuando se realiza el izado de cargas]	1					i		g	0		0,0240	G	0	-	€	12	0	-	BRL		
39	4.9	2	Si se usa un martillo neumático ¿está en perfectas condiciones de uso, con el mantenimiento requerido a este tipo de equipo, y en especial se controla el tiempo máximo de utilización por un trabajador debido a los riesgos derivados de la vibración ?	1					d		g	0		0,0240	G	0	-	€	13	0	-	BRL		
40	4.10	1	El lugar donde se realizan soldaduras ¿está situado en zona bien ventilada, con suficiente movimiento de aire para que se evite la acumulación de humos tóxicos o las posibles deficiencias de oxígeno, y está el operario situado de espaldas al viento? Cuándo el lugar de trabajo no tenga ventilación natural ¿se adoptan medidas de ventilación y/o extracción forzada de los humos producidos por la soldadura?	1					d		g	0		0,0240	G	0	-	€	13	0	-	BRL		
n	4.b	T	Maquinaria de trabajo en altura	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	0	0	Grav	0	0	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _B	S _{BR}
41	4.11	2	¿Disponen los equipos de trabajo para la elevación de cargas , las condiciones necesarias para garantizar su solidez y estabilidad durante su empleo, estando definidas las cargas máximas que se pueden levantarse?	1					d		mg	0	0	0,0400	MG	0	-	€	13	0	-	BRL		
42	4.12	1	¿Están las áreas de carga y descarga de materiales aisladas, señalizadas y libre de personas ajenas a esta operación?	1					d		mg	0	0	0,0400	MG	0	-	€	14	0	-	BRL		
43	4.13	1	¿Se mantienen los trabajadores encargados de la carga y descarga alejados del área de circulación de las cargas mientras éstas no estén en su nivel de trabajo?	1					d		mg	0	0	0,0400	MG	0	-	€	14	0	-	BRL		
44	4.14	1	¿El paso de cargas suspendidas se hace por áreas protegidas o libres de trabajadores ? O si es necesario hacerlo sobre zonas de trabajo o vías de circulación ¿se interrumpe la actividad y el paso de vehículos y personas mientras se realiza el transporte de las cargas?	1					d		mg	0	0	0,0400	MG	0	-	€	14	0	-	BRL		
45	4.15	1	¿Durante el empleo de una grúa móvil se han adoptado medidas para evitar su balanceo, vuelco, desplazamiento y deslizamiento?	1					d		mg	0	0	0,0400	MG	0	-	€	13	0	-	BRL		

n	5	T	Andamios	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	0	0	Grav	0	0	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
46	5.1	1	¿Están los andamios proyectados y montados de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente?		1					d			g	0			0,0240		G	0	- €	14	0	- BRL
47	5.2	2	¿Se hace el montaje y desmontaje de los andamios bajo la dirección de una persona con una formación que lo habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica?		1					d			mg		0	0	0,0400		G	0	- €	14	0	- BRL
48	5.3	2	¿Están los andamios inspeccionados antes de su puesta en servicio y periódicamente, así como, tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad?		1					i			mg		0	0	0,0400		G	0	- €	14	0	- BRL
49	5.4	1	¿Están los elementos de apoyo de los andamios protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente?		1					d			mg		0	0	0,0400		G	0	- €	14	0	- BRL
n	6	T	Instalaciones eléctricas y soldaduras	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	0	0	Grav	0	0	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
50	6.1	2	¿Han recibido los trabajadores una formación adecuada sobre el riesgo eléctrico, las medidas de prevención y protección?		1					i			mg		0	0	0,0400		G	0	- €	13	0	- BRL
51	6.2	1	¿Se verifican y mantienen las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén a la intemperie ?		1					i			mg		0	0	0,0400		MG	0	- €	14	0	- BRL
52	6.3	1	¿Disponen los equipos e instalaciones eléctricas de tomas de tierra ?		1					d			mg		0	0	0,0400		MG	0	- €	14	0	- BRL
53	6.4	1	¿Está cada base de toma de corriente protegida por dispositivo diferencial de corriente residual de no máximo 30mA ?		1					d			mg		0	0	0,0400		MG	0	- €	14	0	- BRL
54	6.5	1	¿Presentan los cuadros eléctricos dispositivos de parada de emergencia visibles y accesibles?		1					d			mg		0	0	0,0400		MG	0	- €	14	0	- BRL
n	7	T	Equipos de Protección Individual - EPI	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	0	0	Grav	0	0	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
55	7.1	2	¿Reciben los trabajadores, gratuitamente, los EPI correctamente dimensionados?		1					i			mg		0	0	0,0400		G	0	- €	14	0	- BRL
56	7.2	2	¿Reciben los trabajadores formación sobre la utilización de los EPI?		1					i			mg		0	0	0,0400		G	0	- €	13	0	- BRL

57	7.3	1	¿Están los trabajadores utilizando chalecos reflectantes para que facilite su visualización en la obra y identificación, excepto los trabajadores que estén realizando actividades de soldadura y corte de ferralla ?	1					d		mg	0	0				G	0		- €	14	0		- BRL		
n	8	T	Estructuras	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	1	0	Grav	0	1	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}		
58	8.1	2	¿Se están construyendo, montando y desmontando bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente las estructuras de hormigón, metálicas, y las piezas prefabricadas y los elementos temporales (incluyendo encofrados, soportes temporales, apuntalamientos, pretensado y otros elementos estructurales auxiliares)?	1					d		mg	0	0	0,0400			MG	0		- €	13	0		- BRL		
59	8.2	2	¿Disponen las actividades de construcción, montaje y desmontaje de las estructuras [estructuras de hormigón, metálicas, y las piezas prefabricadas y los elementos temporales (incluyendo encofrados, soportes temporales, apuntalamientos, pretensado y otros elementos estructurales auxiliar)] de un procedimiento de trabajo, en el que conste el orden a seguir y los medios de prevención necesarios?	1					i		mg	0	0	0,0400			G	0		- €	14	0		- BRL		
60	8.3	2	¿Están proyectados, calculados, montados y mantenidos de manera que pueden soportar sin riesgo las cargas a las que sean sometidos los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos y otras estructuras auxiliares?	1					d		mg	0	0	0,0400			G	0		- €	12	0		- BRL		
61	8.4	1	¿Se han adoptado las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los riesgos derivados de la rotura o inestabilidad temporal de un elemento en construcción?	1			15		d	1	mg	1	1	0,0400	0,0400	MG	1		40.986,00 €	14	1		4.702,26 BRL			
Bloque B: Requisitos de evaluación específicos según actividades y métodos																										
n	9	T	Excavaciones y cimentaciones	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	0	0	Grav	0	0	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}		
62	9.1	2	¿Antes del inicio del movimiento de tierras se ha obtenido información de las compañías suministradoras y de las administraciones públicas, sobre posibles conducciones subterráneas y fueron establecidas las medidas preventivas para evitar el contacto de la maquinaria con dichas redes de suministro?	1					d		mg	0	0	0,0400			MG	0		- €	14	0		- BRL		
63	9.2	1	¿Está garantizada la estabilidad de los taludes previniendo el sepultamiento por desprendimiento de tierras?	1					d		mg	0	0	0,0400			MG	0		- €	14	0		- BRL		
64	9.3	1	¿Están dispuestos en los taludes con un ángulo superior a 45º los apuntalamientos o entibaciones correspondientes?	1					d		mg	0	0	0,0400			MG	0		- €	14	0		- BRL		

65	9.4	2	¿Se revisa a diario , antes de iniciar los trabajos en las zanjias y pozos, el estado de los taludes, apuntalamientos o entibaciones?	1								d	mg	0	0	0,0400		G	0	-	€	13	0	-	BRL
66	9.5	1	¿Se ha previsto la disposición de drenaje provisional para evitar escorrentía sobre el talud durante su construcción?	1								d	g	0				G	0	-	€	13	0	-	BRL
67	9.6	1	En caso de vaciados con profundidad superior a 2,00 metros ¿está su perímetro señalado y protegido con barandillas autoportantes separadas 2,00 metros del borde de la excavación?	1								d	g	0		0,0240		G	0	-	€	13	0	-	BRL
68	9.7	1	En caso de vaciados con profundidad inferior a 2,00 metros ¿está el perímetro del vaciado señalizado o protegido con barandillas autoportantes, balizamiento de cintas o malla que impida el paso?	1								d	g	0		0,0240		G	0	-	€	13	0	-	BRL
69	9.8	1	¿Son las pasarelas, utilizadas para salvar huecos, zanjias o pozos, de anchura mínima de 60 centímetros y bordeadas con barandillas y resistencia adecuada?	1								d	mg	0	0	0,0400		G	0	-	€	14	0	-	BRL
70	9.9	1	¿Están los trabajadores fuera del radio de acción de la pilotadora, pantalladora, grúas auxiliares u otras?	1								d	mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	14	0	-	BRL
71	9.10	1	¿Está la jaula de armadura correctamente atada y rigidizada para evitar la caída de barras durante el izado? ¿Está la jaula de armadura correctamente colgada del equipo de izar para evitar su caída?	1								d	mg	0	0			MG	0	-	€	14	0	-	BRL
72	9.11	1	¿Están las excavaciones, para colocación de las jaulas y donde se transita, convenientemente protegidas contra la caída de personas?	1								d	mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	14	0	-	BRL
n	10	T	Cimbrado y descimbrado	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _I	Exp	Ex _D	Ex _I	Grav	g'	mg'	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}	
n	10.a	T	Montaje y desmontaje de cimbras	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _I	Exp	0	0	Grav	0	0	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}	
73	10.1	2	¿Existe proyecto con planos de montaje y procedimiento que incluya las instrucciones de seguridad para el montaje y desmontaje de la cimbra?	1								i	mg	0	0	0,0400		G	0	-	€	14	0	-	BRL
74	10.2	2	¿Se realiza el montaje de la cimbra de acuerdo con el proyecto, plano de montaje o procedimiento, con la colocación correcta de los elementos en posición y con las uniones indicadas en el proyecto?	1								d	mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	14	0	-	BRL
75	10.3	1	¿Se hace el montaje de la cimbra en cimentación adecuada sobre terreno compactado o sobre losa evitando asientos excesivos y vuelco?	1								d	mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	14	0	-	BRL
76	10.4	1	¿Está libre el área de trabajo de la presencia de trabajadores ajenos a la actividad del montaje o desmontaje de la cimbra?	1								d	mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	14	0	-	BRL

77	10.5	2	Cuándo es necesario realizar cambios en la estructura de la cimbra ¿se hace obedeciendo a nuevos cálculos del técnico especialista y al nuevo proyecto , plano de montaje o procedimiento?	1						d		mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	14	0	-	BRL
78	10.6	2	¿Se revisó el montaje de la cimbra antes de la puesta en carga y está documentada la aptitud para la puesta en servicio , siendo ambas realizadas por técnico competente ?	1						i		mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	14	0	-	BRL
n	10.b	T	Cimbras: convencional y porticada	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	1	0	Grav	0	1	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
79	10.7	1	¿Se prioriza el montaje de las torres a nivel del suelo siempre que sea posible? En este caso, al realizar el izado de las torres ¿permanecen éstas sujetas por la grúa hasta asegurar su estabilidad?	1						d		mg	0	0			G	0	-	€	14	0	-	BRL
80	10.8	1	Cuando el montaje y desmontaje se hace en vertical ¿se posiciona el trabajador en el interior de la torre con uso del sistema de doble anclaje del cinturón de seguridad o del dispositivo anticaida en el caso de línea de vida vertical?	1						d		mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	14	0	-	BRL
81	10.9	1	¿Disponen las torres de plataformas de trabajo donde pueda apoyarse el trabajador al ejecutar su actividad y está con el cinturón de seguridad sujeto a un punto de resistencia suficiente ?	1						d		mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	14	0	-	BRL
82	10.10	1	Caso sea necesario el tránsito sobre las vigas de las cimbras porticadas ¿se han dispuestas líneas de vida antes de su izado? Y si son vigas de celosía , además, ¿se han dispuestas plataformas de trabajo que garantice el tránsito seguro sobre éstas?			1		15		d	1	mg	1	1	0,0400	0,0400	MG	1	40.986,00	€	14	1	4.702,26	BRL
83	10.11	1	La colocación de las vigas en las cimbras porticadas ¿se hace desde plataformas auxiliares o plataformas de elevación y desde posiciones de trabajo predeterminadas en las que los trabajadores estén protegidos frente a la probabilidad de caída de la viga a montar ?	1						d		mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	14	0	-	BRL
n	11	T	Encofrado y desencofrado	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	0	0	Grav	0	0	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
84	11.1	1	Durante la puesta en obra del encofrado y el desencofrado ¿permanecen en el área de la operación solamente los trabajadores involucrados en dicha operación?	1						d		mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	12	0	-	BRL
85	11.2	1	¿Se acopian los paneles de encofrado de manera que se ofrezca estabilidad suficiente para evitar su desplome, derrumbamiento o deslizamiento ?	1						d		mg	0	0	0,0400		MG	0	-	€	13	0	-	BRL
86	11.3	1	¿Se prioriza el premontaje del encofrado en mesas, incluyendo las plataformas fijas de trabajo y todos los elementos que sean posibles antes de su izado, reduciendo el tiempo de trabajo en altura ?	1						d		g	0		0,0240		G	0	-	€	14	0	-	BRL

97	12.5	1	¿Se ha verificado que los emparrillados de barras tienen suficiente estabilidad y rigidez para soportar el peso de los trabajadores ?	1				d		mg	0	0	0,0400	MG	0	-	€	12	0	-	BRL			
98	12.6	1	Al realizar el hormigonado ¿se sigue el proyecto de cimbra y encofrado en relación con la colocación del hormigón , en especial evitando su acumulación puntual y consecuente sobrecargas excesivas ?	1				d		g	0		0,0240	G	0	-	€	12	0	-	BRL			
99	12.7	1	Antes del hormigonado ¿son dispuestos los elementos necesarios para el posterior encaje de las barandillas ?	1				d		g	0			G	0	-	€	14	0	-	BRL			
n	13	T	Tesado de la armadura activa	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	0	0	Grav	0	0	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
100	13.1	1	¿Se usa un tubo metálico entre la salida de la enfiladora y la entrada en la vaina?	1				d		g	0		0,0240	G	0	-	€	13	0	-	BRL			
101	13.2	1	¿Se posicionan los trabajadores fuera del radio de acción del gato mientras se esté tesado la armadura, e igualmente en el extremo opuesto?	1				d		mg	0	0	0,0400	MG	0	-	€	14	0	-	BRL			
102	13.3	2	¿Se realiza el tesado de armadura bajo supervisión de técnico especializado observando y dirigiendo la operación?	1				i		mg	0	0	0,0400	MG	0	-	€	13	0	-	BRL			
103	13.4	2	¿Se ha realizado el mantenimiento adecuado del manómetro, de las mangueras y conexiones, la central de presión y el gato?	1				d		mg	0	0	0,0400	G	0	-	€	13	0	-	BRL			
104	13.5	1	Durante el corte de los cables ¿se ha tomado precauciones para que las partículas producidas por el disco de la radial no ocasione quemaduras y la herramienta de corte tiene las protecciones adecuadas para evitar cortes y heridas debido al riesgo de la rotura del disco?	1				d		g	0		0,0240	G	0	-	€	13	0	-	BRL			
n	14	T	Elementos prefabricados	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	0	0	Grav	0	0	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
105	14.1	2	¿Es el equipo de trabajo especializado y con formación específica sobre el procedimiento de ejecución de las operaciones con elementos prefabricados, y sobre los riesgos asociados a estas operaciones?	1				i		mg	0	0	0,0400	G	0	-	€	14	0	-	BRL			
106	14.2	2	¿Se ha redactado un procedimiento considerando las maniobras de transporte, carga y descarga de los elementos prefabricados explícitamente asegurando la estabilidad durante su acopio y en las diferentes fases de construcción?	1				i		mg	0	0	0,0400	G	0	-	€	14	0	-	BRL			

107	14.3	1	¿Se señalizan las zonas de acceso y delimitan las zonas de posicionamiento de los vehículos para las operaciones de descarga de los elementos prefabricados?	1	d	g	0		0,0240	G	0	-	€	12	0	-	BRL	
108	14.4	1	¿Están claramente definidos el peso, los puntos de eslingado y los ángulos de la dirección del tiro de los elementos prefabricados ?	1	d	mg		0	0	0,0400	G	0	-	€	14	0	-	BRL
109	14.5	1	¿Presentan los elementos prefabricados dispositivos para posterior colocación de los medios de protección colectiva (barras portacables de seguridad, los soportes de barandillas y líneas de vida) cuando estos estén en su posición definitiva en obra ?	1	d	g	0				G	0	-	€	14	0	-	BRL
110	14.6	1	¿Está el lugar donde se realizan las operaciones con los elementos prefabricados, libre de obstáculos y de personal ajeno a estas operaciones?	1	d	mg		0	0	0,0400	MG	0	-	€	12	0	-	BRL
111	14.7	1	¿Están los trabajadores involucrados en la operación con los elementos prefabricados posicionados fuera del área de proyección vertical de la pieza en su movimiento, y tampoco sobre ellas ?	1	d	mg		0	0	0,0400	MG	0	-	€	14	0	-	BRL
112	14.8	2	¿Se realiza el desplazamiento de los elementos prefabricados empleando únicamente el sistema y útiles especificados por el fabricante, siguiendo sus instrucciones de uso y manipulación?	1	d	mg		0	0		MG	0	-	€	14	0	-	BRL
113	14.9	1	En la operación de enganche de las piezas para su manipulación ¿está comprobada la seguridad de la conexión realizada ?	1	d	mg		0	0	0,0400	MG	0	-	€	14	0	-	BRL
114	14.10	1	¿Está el centro de gravedad de la pieza por debajo del punto de tiro para la elevación y traslado de la pieza, o en caso contrario, se dispone del utillaje que asegure la estabilidad de la pieza en la realización de dicha operación?	1	d	mg		0	0	0,0400	MG	0	-	€	13	0	-	BRL
115	14.11	1	¿Se hace el guiado de las piezas con elementos auxiliares , como cuerdas de guiado, y nunca colocando las manos ni el propio cuerpo del trabajador para el guiado de ellas?	1	d	mg		0	0	0,0400	MG	0	-	€	14	0	-	BRL
116	14.12	1	¿Tan sólo se suelta la unión del elemento prefabricado del equipo de elevación cuando aquel esté debidamente estabilizado en su posición definitiva de la obra, de descarga o de acopio?	1	d	mg		0	0	0,0400	MG	0	-	€	14	0	-	BRL

Apéndice D

n	15	T	Elementos y operaciones especiales	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	Ex' _D	Ex' _I	Grav	g'	mg'	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
n		T	Cimbras autolanzable, empuje dinteles, carros de avance, encofrados deslizantes, encofrados trepantes, vigas de lanzamiento.	NA	CO	DIS	RGI	NT	E _i	Exp	0	0	Grav	0	0	n' _{mg}	f	f	I _{ES}	I' _{ES}	S _{ES}	I _{BR}	I' _{BR}	S _{BR}
117	15.1	2	¿Ha recibido el equipo de trabajo formación específica según el método constructivo adoptado para la construcción del viaducto o puente?	1						i			mg		0	0			G	0	- €	14	0	- BRL
118	15.2	2	¿Poseen los elementos auxiliares (elegidos según el método constructivo) de procedimientos de montaje y desmontaje y está supervisado por técnico con formación especializada ?	1						i			mg		0	0			G	0	- €	14	0	- BRL
119	15.3	2	¿Poseen los elementos auxiliares protocolo de operación con la designación del equipo de trabajo y el responsable por su operación?	1						i			mg		0	0			G	0	- €	14	0	- BRL
120	15.4	2	¿Poseen los elementos auxiliares procedimientos de inspección y mantenimiento ?	1						i			mg		0	0			G	0	- €	14	0	- BRL
121	15.5	2	¿Son los elementos auxiliares inspeccionados siempre que son reutilizados (como son las barras de pretensado)?	1						i			mg		0	0			G	0	- €	14	0	- BRL
122	15.6	2	¿Son los sistemas automatizados controlados por técnico especialista , y poseen sistemas de parada de emergencia?	1						i			mg		0	0			MG	0	- €	14	0	- BRL
123	15.7	1	¿Está el elemento especial en equilibrio tanto en posición definitiva como en todas las posiciones intermedias que presenta durante su desplazamiento ?	1						d			mg		0	0			MG	0	- €	14	0	- BRL
124	15.8	2	Cuando el elemento especial está en posición de trabajo ¿se han adoptado todas las medidas previstas en el procedimiento de operación para asegurar su estabilidad frente a las acciones de peso de hormigón y ferralla o de elementos prefabricados ?	1						i			mg		0	0			G	0	- €	14	0	- BRL
125	15.9	1	¿Existe instrumentación que permita controlar el comportamiento de elementos auxiliares de construcción especiales y de la estructura en construcción (por ejemplo, movimientos, tensiones)? ¿Se han establecido umbrales de parada?	1				12		d			mg		0	0			MG	0	- €	14	0	- BRL
125				19	98	8	0									6	3,936	0,288			172.128,00 €			32.882,82 BRL
<i>n_T</i>				<i>n'_{NA}</i>	<i>n'_{CO}</i>	<i>n'_{DIS}</i>	<i>n'_{RGI}</i>									<i>n'_{mg}</i>	<i>V_p</i>	<i>V_r</i>			<i>S'_{ES}</i>			<i>S'_{BR}</i>

APÉNDICE E

Encuestas

Pesquisa sobre a aplicação do

Protocolo para avaliação de riscos em obras de grandes viadutos

Por favor, indicar uma única resposta para cada pergunta, à exceção do item 11.

1. Qual sua formação?

Engenharia civil ou Engenharia de Agrimensura Técnico em Segurança do Trabalho Outra: _____

2. Possui especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho?

Sim Não Curso em andamento

3. O protocolo é de fácil entendimento?

Sim (ir a n. 5) Não (ir a n. 5) Em parte

4. Que itens indicam que não são compreensíveis?

5. O protocolo contribuiu para identificar alguma situação de grave e iminente risco que estava inadvertida?

Sim Não

6. O protocolo contribuiu para a adoção ou mudanças de procedimentos?

Sim Não

7. Qual foi o tempo necessário para aplicação do protocolo?

até 2h Entre 2 e 4h entre 4 e 8h 1 ½ jornada de trabalho Outra: _____

8. Com relação ao tempo para aplicação do protocolo, se considera:

adequado excessivo

9. Que periodicidade para aplicação do protocolo você estabeleceria em sua obra?

semanal quinzenal mensal trimestral Outra: _____

10. Que formação acredita ser necessária para aplicação do protocolo? (pode marcar mais de uma opção)

Engenharia civil Eng. civil com especialidade em estruturas Eng. de Segurança do Trabalho Engenharia: _____ Outra: _____

11. Você considera que há situações de riscos graves não sinalizadas no protocolo?

Quais? _____

Pesquisa sobre a aplicação do
Protocolo para avaliação de riscos em obras de grandes viadutos

Por favor, indicar uma única resposta para cada pergunta, à exceção do item 11.

1. Qual sua formação?

Engenharia civil Técnico em Segurança do Trabalho Outra: _____
ou _____

2. Possui especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho?

Sim Não Curso em andamento

3. O protocolo é de fácil entendimento?

Sim (ir a n. 5) Não (ir a n. 5) Em parte

4. Que itens indicam que não são compreensíveis?

5. O protocolo contribuiu para identificar alguma situação de grave e iminente risco que estava inadvertida?

Sim Não

6. O protocolo contribuiu para a adoção ou mudanças de procedimentos?

Sim Não

7. Qual foi o tempo necessário para aplicação do protocolo?

até 2h Entre 2 e 4h entre 4 e 8h 1 ½ jornada de trabalho Outra: _____

8. Com relação ao tempo para aplicação do protocolo, se considera:

adequado excessivo

9. Que periodicidade para aplicação do protocolo você estabeleceria em sua obra?

semanal quinzenal mensal trimestral Outra: _____

10. Que formação acredita ser necessária para aplicação do protocolo? (pode marcar mais de uma opção)

Engenharia civil Eng. civil com especialidade em estruturas Eng. de Segurança do Trabalho Engenharia: _____ Outra: _____

11. Você considera que há situações de riscos graves não sinalizadas no protocolo?

Quais? _____