

PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO EN MOTORES
DE CORRIENTE ALTERNA SINCRÓNICOS DE IMANES PERMANENTES

**Estrategias de prevención
y mitigación del riesgo**

Matriz de riesgo

MATRIZ DE RIESGO

1. Matriz de análisis de riesgos

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico, se puede aplicar la siguiente matriz para la toma de decisiones.

Matriz de valoración de riesgo.

Riesgo a evaluar		Evento o efecto. Ej. Quemadura		Por	Factor de riesgo (Causa) Ej. Arco eléctrico		En	Fuente. Ej. Motor PMM		
CONSECUENCIAS	Potencial				Real	FRECUENCIA				
	Personas	Económicas	Físicas	En Imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Afectación irreparable	Internacional	5	Medio	Alto	Alto	Alto	Muy Alto
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Afectación mayor	Nacional	4	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Afectación localizada	Regional	3	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños Importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto	Interna	1	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

La metodología por seguir en un caso en particular es la siguiente:

- Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar. Ejemplo: eléctrico.
- Definir si el riesgo es potencial o real. Ejemplo: contacto con electricidad.
- Determinar las consecuencias para las personas, económicas, físicas y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza. Ejemplo: choque eléctrico.
- Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e); Como resultado, nos daría la valoración del riesgo para cada clase.

MATRIZ DE RIESGO

- Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas. Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
- Tomar las decisiones y acciones de tal manera de preservar la vida de las personas y la integridad de los equipos.

2. Actividad

2.1 Verificación de la integridad eléctrica del motor y sensor

Garantizar la seguridad de las personas y equipos cuando se realicen mediciones de integridad eléctrica. Utilizar los elementos de protección personal e instrumentos de medidas eléctricas acorde a las normativas de seguridad en sistemas eléctricos.

Actividad / Proceso	Pérdida potencial		Riesgo potencial			Medidas de control	
	Categoría de peligro	Consecuencias sin medidas de control	Consecuencias	Frecuencia	Nivel de riesgo	Medidas de prevención	Medidas de mitigación
Verificación de la integridad eléctrica del motor, sensor.	Eléctrico	Electrocución, quemaduras, arco eléctrico, fatalidad.	5	D	Alta (5D)	Solo personal que cumpla con las regulaciones del país puede intervenir sistemas eléctricos CONTE, CONALTEL o tarjeta profesional relacionada con la parte eléctrica.	Elementos de protección personal que aplique según la actividad (Casco, Overol retardante al fuego, guantes de impacto, protectores auditivos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Solo personal autorizado y entrenado puede ejecutar este tipo de trabajo.	Conocimiento y divulgación de procedimiento evacuación.
						Conocimiento y divulgación de análisis de riesgo. Conocimiento específico sobre el equipo a intervenir.	Atención primaria en el área (Primeros auxilios) y atención secundaria en centro médico más cercano.
						Certificación en electrotecnia.	
						No es permitido trabajar sobre equipos eléctricos energizados en presencia de lluvia.	
						No es permitido intervenir equipos eléctricos energizados.	
						Mínimo dos personas realizando trabajos de intervención en sistemas eléctricos.	
						Para toma de medidas eléctricas de motor de imán permanente se debe garantizar ausencia de tensión.	Usar elementos de protección personal (EPP) dieléctrico (casco, overol retardante al fuego, guantes dieléctricos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Permiso de trabajo eléctrico.	

Tabla 1. Matriz de riesgo. Verificación de la integridad eléctrica del motor, sensor

MATRIZ DE RIESGO

2.2 Empalme de cable asociado a instalación de motor con tecnología de imán permanente PMM

Durante el ensamble del equipo y bajada de tubería, en ocasiones es necesario realizar empalmes de cables para lograr ubicar el equipo electro sumergible a la profundidad deseada. Debido a que los motores de imán permanente son generadores de tensión, esta operación de empalme se considera crítica por el peligro al que se expone el personal.

Debido a la criticidad que se tiene durante la operación de empalme, en la siguiente matriz se resaltan los riesgos y controles para realizar esta actividad de manera segura.

Actividad / Proceso	Pérdida potencial		Riesgo potencial			Medidas de control	
	Categoría de peligro	Consecuencias sin medidas de control	Consecuencias	Frecuencia	Nivel de riesgo	Preventivas	Correctivas
Empalme cable - cable	Eléctrico	Electrocución, quemaduras, arco eléctrico, fatalidad.	5	D	Alta (5D)	Solo personal que cumpla con las regulaciones del país puede intervenir sistemas eléctricos CONTE, CONALTEL o tarjeta profesional relacionada con la parte eléctrica.	Usar elementos de protección personal que aplique según la actividad (casco, overol retardante al fuego, guantes de impacto, protectores auditivos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Solo personal autorizado y entrenado puede ejecutar este tipo de trabajo.	Conocimiento y divulgación de procedimiento evacuación.
						Conocimiento y divulgación de análisis de riesgo. Conocimiento específico sobre el equipo a intervenir.	Atención primaria en el área (primeros auxilios) y atención secundaria en centro médico más cercano.
						Certificación en electrotecnia	
						No es permitido trabajar sobre equipos eléctricos energizados en presencia de lluvia.	
						No es permitido intervenir equipos eléctricos energizados.	
						Minimo dos personas realizando trabajos de intervención en sistemas eléctricos.	
Empalme cable - cable	Eléctrico	Electrocución, quemaduras, arco eléctrico, fatalidad.	5	D	Alta (5D)	Para toma de medidas eléctricas en motor de imán permanente se debe garantizar ausencia de tensión.	Usar elementos de protección personal (EPP) dieléctrico (casco, overol retardante al fuego, guantes dieléctricos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Permiso de trabajo eléctrico.	

Tabla 2. Matriz de riesgo. Empalme cable - cable

MATRIZ DE RIESGO

2.3 Prueba de integridad eléctrica durante la bajada de equipo PMM

Uno de los riesgos importantes durante las operaciones de bajada de tubería con equipo electro sumergible es el riesgo eléctrico. Para mitigar esto en la siguiente matriz se resaltan los controles para prevenir alguna lesión.

Actividad / Proceso	Pérdida potencial		Riesgo potencial			Medidas de control	
	Categoría de peligro	Consecuencias sin medidas de control	Consecuencias	Frecuencia	Nivel de riesgo	Preventivas	Correctivas
Prueba de integridad eléctrica durante la bajada de equipo PMM	Eléctrico	Electrocución, quemaduras, arco eléctrico, fatalidad.	5	D	Alta (5D)	Solo personal que cumpla con las regulaciones del país puede intervenir sistemas eléctricos CONTE, CONALTEL o tarjeta profesional relacionada con la parte eléctrica.	Usar elementos de protección personal (EPP) dieléctrico (casco, overol retardante al fuego, guantes dieléctricos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Solo personal autorizado y entrenado puede ejecutar este tipo de trabajo.	Conocimiento y divulgación de procedimiento evacuación.
						Conocimiento y divulgación de análisis de riesgo. Conocimiento específico sobre el equipo a intervenir.	Atención primaria en el área (primeros auxilios) y atención secundaria en centro médico más cercano.
						Certificación en electrotecnia.	
						No es permitido trabajar sobre equipos eléctricos energizados en presencia de lluvia.	
						No es permitido intervenir equipos eléctricos energizados.	
						Mínimo dos personas realizando trabajos de intervención en sistemas eléctricos.	
						Para toma de medidas eléctricas de motor PMM se debe garantizar ausencia de tensión.	Usar elementos de protección personal (EPP) dieléctrico (Casco, Overol retardante al fuego, guantes dieléctricos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Permiso de trabajo eléctrico.	

Tabla 3. Matriz de riesgo. Prueba de integridad eléctrica durante la bajada de equipo PMM



2.4 Terminación en cabeza de pozo, paso de cable por *hanger*, preparación de puntas en cable

El objetivo de esta actividad es garantizar que se cumplan todos los procedimientos relacionados a este paso, y a su vez identificar los riesgos asociados con las personas y equipos.

Actividad / Proceso	Pérdida potencial		Riesgo potencial			Medidas de control	
	Categoría de peligro	Consecuencias sin medidas de control	Consecuencias	Frecuencia	Nivel de riesgo	Preventivas	Correctivas
Terminación en cabeza de pozo, paso de cable, preparación de puntas en cable.	Levantamiento mecánico	Daño en herramientas de levantamiento de cargas, amarres inseguros, caída de equipos.	3	D	Medio (5D)	Conocimiento específico de las herramientas a usar para manipular los equipos.	Trabajos de reparación.
						Conocimiento y divulgación de análisis de riesgo.	Equipos, consumibles y herramientas de <i>back up</i> .
						Trabajo en equipo.	Canales de comunicación claros y definidos.
						Iluminación suficiente que garantice la visualización clara de toda el área de acción de ejecución de la tarea.	
	Paso. Levantamiento manual de cargas	Superficies resbaladizas, uso de herramientas manuales cortopunzantes, tareas simultáneas.	3	D	Medio (3D)	Entrenamiento en técnicas de ergonomía.	Usar elementos de protección personal (EPP) dieléctrico (casco, overol retardante al fuego, guantes dieléctricos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Ejecución de análisis de entorno del área de trabajo.	Atención primaria en el área (Primeros auxilios) y atención secundaria en centro médico más cercano.
							Conocimiento y divulgación de procedimiento de evacuación.
						Personal entrenado y capacitado en las actividades a realizar.	
	Caídas / objetos cayendo (Energía potencial)	Caída de objetos izados, resbalones del personal, pisos resbaladizos, trabajos simultáneos.	3	D	Medio (3D)	Conocimiento y divulgación de análisis de riesgo.	Usar EPP que aplique según la actividad (Casco, Overol retardante al fuego, guantes de impacto, protectores auditivos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Reconocimiento del área de acción y trabajo de los equipos y herramientas.	Atención primaria en el área (primeros auxilios) y atención secundaria en centro médico más cercano.
						Trabajo en equipo.	Conocimiento y divulgación de procedimiento evacuación.
						Solo personal requerido para la operación.	
						Personal entrenado y capacitado en las actividades a realizar.	
	Eléctrico	Electrocución, quemaduras, arco eléctrico, fatalidad.	5	D	Alta (5D)	Solo personal que cumpla con las regulaciones del país puede intervenir sistemas eléctricos CONTE, CONATEL o tarjeta profesional relacionada con la parte eléctrica.	Usar elementos de protección personal (EPP) dieléctrico (casco, overol retardante al fuego, guantes dieléctricos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Solo personal autorizado y entrenado puede ejecutar este tipo de trabajo.	Conocimiento y divulgación de procedimiento evacuación.
						Conocimiento y divulgación de análisis de riesgo. Conocimiento específico sobre el equipo a intervenir.	Atención primaria en el área (primeros auxilios) y atención secundaria en centro médico más cercano.
						Certificación en electrotecnia.	
						No es permitido trabajar sobre equipos eléctricos energizados en presencia de lluvia.	
						No es permitido intervenir equipos eléctricos energizados.	
						Mínimo dos personas realizando trabajos de intervención en sistemas eléctricos.	
						Para toma de medidas eléctricas de motor PMM se debe garantizar ausencia de tensión.	Usar elementos de protección personal (EPP) dieléctrico (casco, overol retardante al fuego, guantes dieléctricos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.)
						Permiso de trabajo eléctrico.	

Tabla 4. Matriz de riesgo. Terminación en cabeza de pozo, paso de cable por hanger, preparación de puntas en cable.



2.5 Arranque, pruebas de giro y monitoreo

Definir los peligros y riesgos relevantes que se deben seguir para realizar el arranque, pruebas de giro y monitoreo con sistemas que usen motores de imán permanente garantizando la seguridad del personal y la integridad de los equipos.

Actividad / Proceso	Pérdida potencial		Riesgo potencial			Medidas de control	
	Categoría de peligro	Consecuencias sin medidas de control	Consecuencias	Frecuencia	Nivel de riesgo	Preventivas	Correctivas
	Eléctrico	baja y media tensión presente en los equipos, electrocución, arco eléctrico, quemaduras, muerte, ceguera, equipos defectuosos.	5	D	Alta (5D)	Solo personal que cumpla con las regulaciones del país puede intervenir sistemas eléctricos CONTE, CONALTEL o tarjeta profesional relacionada con la parte eléctrica.	Conocimiento y divulgación de procedimiento evacuación.
						Solo personal autorizado y entrenado puede ejecutar este tipo de trabajo.	Atención primaria en el área (primeros auxilios) y atención secundaria en centro médico más cercano.
						Conocimiento y divulgación de análisis de riesgo, conocimiento específico sobre los equipos a operar e intervenir.	Usar elementos de protección personal (EPP) dieléctrico (casco, overol retardante al fuego, guantes dieléctricos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Entrenamiento en electrotecnia.	Canales de comunicación claros y definidos.
						No es permitido trabajar con equipos eléctricos energizados en presencia de lluvia.	
						No es permitido intervenir equipos eléctricos energizados.	
						Mínimo dos personas realizando trabajos de intervención en sistemas eléctricos.	
						Para toma de medidas eléctricas de motor PMM se debe garantizar ausencia de tensión.	Usar elementos de protección personal (EPP) dieléctrico (casco, overol retardante al fuego, guantes dieléctricos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Permiso de trabajo eléctrico.	
	Presión	Presión presente en la línea de transporte del crudo y en cabeza de pozo, daño físico, cortaduras.	3	D	Medio (3D)	Trabajo en equipo.	Usar elementos de protección personal (EPP) dieléctrico (casco, overol retardante al fuego, guantes dieléctricos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Canales de comunicación claros y definidos con el personal del equipo perforación, y clientes.	Conocimiento y divulgación de procedimiento de evacuación.
						No operar válvulas de sistema presurizados.	Canales de comunicación claros y definidos.
						Apoyarse en personal encargado del pozo para realizar maniobras en cabeza de pozo o cualquier línea presurizada.	Atención primaria en el área (primeros auxilios) y atención secundaria en centro médico más cercano.
						Conocimiento del trabajo a realizar.	
						Personal entrenado y capacitado en las actividades a realizar.	
	Paso. Levantamiento manual de cargas	Desplazamiento por superficies irregulares, objetos, obstáculos, trabajos simultáneos.	3	D	Medio (3D)	Conocimiento y divulgación de análisis de riesgo.	
						Análisis de riesgo en el entorno.	Usar elementos de protección personal (EPP) dieléctrico (casco, overol retardante al fuego, guantes dieléctricos, botas, careta anti-arco, tapete, etc.).
						Señalización de áreas de alto riesgo.	Atención primaria en el área (primeros auxilios) y atención secundaria en centro médico más cercano.
						Trabajo en equipo.	Conocimiento y divulgación de procedimiento de evacuación.
						Uso de senderos peatonales (Si aplica).	
						Conocimiento y divulgación de análisis de riesgo.	

Tabla 5. Matriz de riesgo. Arranque, pruebas de giro y monitoreo