



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO  
BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA REDUCIR  
FALLAS DE MAQUINARIA DE LÍNEA DE POLLO DE  
EMPRESA AVÍCOLA, LA LIBERTAD 2021**

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autores:**

Karina Villena Mendieta  
Cesar Abraham Cueva Ramos

Asesor:

Ing. Miguel E. Alcalá Adrianzen  
<https://orcid.org/0000-0002-5478-5910>  
Trujillo - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Walter Estela Tamay</b>	<b>16684488</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	<b>Carlos Enrique Mendoza Ocaña</b>	<b>17806063</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	<b>Cesar Enrique Santos Gonzales</b>	<b>41458690</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

---

## Tabla de Contenido

JURADO EVALUADOR.....	2
DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
TABLA DE CONTENIDO.....	5
INDICE DE TABLAS .....	10
INDICE DE FIGURAS.....	13
RESUMEN .....	16
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	17
1.1 Realidad Problemática .....	17
1.1.1 <i>Justificación de la investigación</i> .....	18
1.1.2 <i>Justificación académico-profesional</i> .....	21
1.1.3 <i>Compromiso ético</i> .....	21
1.1.4 <i>Marco teórico</i> .....	22
Mantenimiento preventivo.....	24
Mantenimiento y MCC .....	26
MCC: Las siete preguntas básicas .....	26
Disponibilidad.....	27
Mantenibilidad .....	27
Análisis de modo de falla y sus efectos AMFE .....	29
Severidad.....	31
Ocurrencia.....	32
Detectabilidad .....	33
Número de prioridad de riesgo (NPR) .....	34

Acción correctora.....	35
Responsable y plazo.....	35
Acciones implantadas .....	35
Patrones de falla.....	36
Fallas potenciales y la curva P-F .....	38
1.2 Formulación del problema .....	39
1.3 Objetivos.....	39
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	39
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	39
1.4 Hipótesis .....	39
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	40
2.1 Materiales, instrumentos y métodos .....	40
2.1.1 <i>Tipo de investigación</i> .....	40
2.1.2 <i>Diseño de la investigación</i> .....	42
2.1.3 <i>Variables del trabajo de investigación</i> .....	42
Variable independiente .....	42
Variables dependientes .....	42
2.1.4 <i>Población</i> .....	42
2.1.5 <i>Muestra</i> .....	42
2.2 Materiales.....	42
2.2.1 <i>Motores eléctricos</i> .....	42
2.2.2 <i>Formatos AMFE/NPR</i> .....	43
2.3 Procedimiento .....	43

2.3.1	<i>Obtención de los datos</i> .....	43
	Especificaciones técnicas.....	43
	Encuestas.....	43
	<i>Supervisores y/o jefes de área</i> .....	44
	<i>Personal Operativo</i> .....	44
	<i>Personal de mantenimiento</i> .....	44
2.3.2	<i>Análisis de datos</i> .....	44
2.3.3	<i>Aplicación de formatos AMFE/NPR</i> .....	45
2.3.4	<i>Evaluación y pronóstico de resultados</i> .....	45
2.3.5	<i>Diseño del nuevo plan de mantenimiento</i> .....	45
	Matriz de operacionalización de variables.....	46
CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL MCC A LOS MOTORES ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE POLLO DE UN EMPRESA AVÍCOLA .....		
		47
3.1	Contexto operacional .....	47
3.2	Proceso productivo de pollo de engorde.....	47
3.2.1	<i>Preinicio</i> .....	47
3.2.2	<i>Iniciación</i> .....	47
3.2.3	<i>Desarrollo</i> .....	48
3.2.4	<i>Engorde</i> .....	48
3.3	Propósito y función de los motores eléctricos .....	49
3.3.1	<i>Transportador helicoidal de silo</i> .....	49
3.3.2	<i>Comederos</i> .....	50
3.3.3	<i>Extractores, túneles y ventilas</i> .....	50

3.3.4	<i>Calentador de aire</i> .....	50
3.3.5	<i>Controlador de climatización</i> .....	51
3.3.6	<i>Bebedor automático</i> .....	51
3.3.7	<i>Calentadores</i> .....	51
3.3.8	<i>Enfriamiento evaporativo</i> .....	52
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	52
3.5	Condición actual de los motores eléctricos de las máquinas y equipos de la línea de producción de pollo.....	56
3.5.1	<i>Información técnica de los motores eléctricos de la granja</i> .....	57
3.5.2	<i>Tiempo medio entre fallas (TMEF) y tiempo medio para reparar (TMPR)</i> .....	67
3.5.3	<i>Disponibilidad del sistema</i> .....	73
3.5.4	<i>Confiabilidad del sistema</i> .....	74
3.5.5	<i>Mantenibilidad del sistema</i> .....	84
3.5.6	<i>Tasa de fallas del sistema</i> .....	89
3.5.7	<i>Tasa de conversión alimenticia</i> .....	89
3.5.8	<i>Resultados de la encuesta aplicada a 40 trabajadores de la empresa avícola</i> .....	93
	Elaborar la propuesta de gestión de mantenimiento basada en la metodología de confiabilidad de los motores eléctricos de la maquinaria .....	96
3.6	Propuestas de mejora y resultados proyectados.....	96
3.6.1	<i>Aplicación y análisis de la matriz AMFE</i> .....	96
3.6.2	<i>Compra de motores eléctricos completos como repuesto</i> .....	145
3.6.3	<i>Nuevo plan de mantenimiento preventivo</i> .....	147

Determinar las fallas de maquinaria después de la propuesta y los indicadores de la gestión de mantenimiento basado en confiabilidad de los motores eléctricos .....	155
3.6.4 <i>Plan de entrenamiento y capacitación</i> .....	157
3.7 Comparación final de indicadores antes y después de las mejoras propuestas.....	168
3.7.1 <i>Valores iniciales de TMEF, TMPR, tasa de fallos, confiabilidad y mantenibilidad de los motores eléctricos de los sistemas de la línea de producción de pollo</i> .....	168
3.7.2 <i>Valores finales de TMEF, TMPR, tasa de fallos, confiabilidad y mantenibilidad de los motores eléctricos de los sistemas de la línea de producción de pollo</i> .....	169
Determinar la inversión y el ahorro generado por la propuesta.....	170
3.7.3 Balance financiero después de la propuesta de mejora de la gestión del mantenimiento basado en el MCC.....	170
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	173
4.1 Discusión.....	173
4.2 Conclusiones.....	175
REFERENCIAS.....	178
ANEXOS .....	184
Anexo 1: Encuesta .....	184
Anexo 2: Matriz AMFE.....	185
Anexo 3: Base de datos del sistema EasyMaint.....	186
Anexo 4: Plantilla de datos para la distribución de Weibull.....	187

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tiempos transcurridos desde la falla de un equipo y su puesta en marcha .....	28
Tabla 2: Criterios definidos para la puntuación de severidad en AMFE .....	31
Tabla 3: Criterios definidos para la puntuación de ocurrencia en AMFE .....	32
Tabla 4: Criterios definidos para la puntuación de detectabilidad en AMFE.....	34
Tabla 5: Proceso de actuación para la realización de un AMFE de proceso .....	36
Tabla 6: Matriz de operacionalización de variables .....	46
Tabla 7: Distribución de motores eléctricos, por galpón, en la empresa avícola.....	56
Tabla 8: Horas de operación de los motores eléctricos, por máquina y/o equipo de la empresa avícola.....	59
Tabla 9: Horas de paradas no programadas mensuales, para los años 2019; 2020 y 2021 .....	61
Tabla 10: Número de fallas por sistema y causa para el año 2019 .....	64
Tabla 11: Número de fallas por sistema y causa para el año 2020 .....	65
Tabla 12: Número de fallas por sistema y causa para el año 2021 .....	66
Tabla 13: Tabla de regresión lineal para el cálculo de Confiabilidad, utilizando la distribución de Weibull.....	75
Tabla 14: Tabla de datos para la distribución de Weibull .....	77
Tabla 15: Tabla de datos para graficar M(t) y F(t) .....	78
Tabla 16: Pérdidas monetarias mensuales por paradas no programadas debido a fallas en los motores eléctricos de los sistemas de la empresa avícola, correspondientes a los años: 2019, 2020 y 2021.....	91



Tabla 17: Lucro cesante acumulado por tasa de conversión alimenticia y costos de mantenimiento debido a fallas en los motores eléctricos de los sistemas de la empresa avícola, correspondientes a los años: 2019, 2020 y 2021.....	92
Tabla 18: Matriz AMFE – Sistema de Alimentación .....	97
Tabla 19: Matriz AMFE – Sistema de Calefacción .....	106
Tabla 20: Matriz AMFE – Sistema de Túnel.....	116
Tabla 21: Matriz AMFE – Sistema de Ventilación .....	126
Tabla 22: Matriz AMFE – Sistema de Ventilas.....	136
Tabla 23: Propuesta de compra de motores por sistema de la línea de producción de pollo.....	146
Tabla 24: Propuesta de plan de mantenimiento preventivo para los motores eléctricos de la empresa avícola.....	148
Tabla 25: Tabla de análisis de falla y posibles soluciones para motores eléctricos .....	149
Tabla 26: Toma de tiempos observados por cada actividad de mantenimiento preventivo .....	151
Tabla 27: Cálculo de número de observaciones requeridas.....	152
Tabla 28: Cálculo de tiempo normal y tiempo estándar por cada actividad de mantenimiento .	153
Tabla 29: Cálculo de costo por actividad del plan de mantenimiento preventivo .....	154
Tabla 30: Análisis de confiabilidad, en horas, del 80% de los motores de cada sistema de la línea de producción de pollo de la granja .....	155
Tabla 31: Resultados de la mejora en la confiabilidad de los motores debido a la implementación del plan de mantenimiento preventivo.....	156
Tabla 32: Nuevos valores de la tasa de fallas y TMEF, aplicando la distribución de Weibull ...	156
Tabla 33: Plan de entrenamiento y capacitación para el personal de Operaciones y Mantenimiento de la empresa avícola. Lubricación .....	160

Tabla 34: Plan de entrenamiento y capacitación para el personal de Operaciones y Mantenimiento de la empresa avícola. Motores eléctricos .....	163
Tabla 35: Mejora de indicadores de TMEF y confiabilidad después de los cursos de capacitación y entrenamiento.....	167
Tabla 36: Indicadores de TMEF y confiabilidad antes de los cursos de capacitación y entrenamiento.....	168
Tabla 37: Mejora de indicadores de TMEF y confiabilidad después de los cursos de capacitación y entrenamiento.....	169
Tabla 38: Horas de paradas no programadas proyectadas para el 2022 del SW EasyMaint .....	170
Tabla 39: Horas de paradas no programadas proyectadas para el 2022 con el ajuste de la nueva tasa de falla calculada con la distribución Weibull.....	171
Tabla 40: Costos proyectados sin planes de mejora y con planes de mejora para el año 2022..	172
Tabla 41: Costos de inversión de propuestas para el mejoramiento de la Gestión de mantenimiento.....	172

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Expectativas de mantenimiento crecientes.....	24
Figura 2: Categorías del mantenimiento preventivo.....	25
Figura 3: Seis patrones de falla.....	37
Figura 4: La curva P-F.....	38
Figura 5: Diseño de investigación descriptiva propositiva.....	40
Figura 6: Diagrama del diseño de la investigación.....	41
Figura 7: Diagrama de bloques del sistema productivo de pollo.....	48
Figura 8: Diagrama funcional de EasyMaint.....	54
Figura 9: Matriz AMFE.....	55
Figura 10: Información técnica de los motores eléctricos con que cuenta la empresa avícola ....	57
Figura 11: Número de paradas no programadas, por mes, para el año 2019.....	60
Figura 12: Número de horas por paradas no programadas mensuales, durante los años: 2019, 2020 y 2021.....	62
Figura 13: Total de horas por paradas no programadas para los años 2019, 2020 y 2021 .....	63
Figura 14: Diagrama de Pareto de la cantidad de fallas, por sistema, de la granja durante los años 2019, 2020 y 2021.....	67
Figura 15: Tiempo medio entre fallas (TMEF), por sistema, de la granja durante los años 2019, 2020 y 2021.....	68
Figura 16: Tiempo medio para reparar (TMPR), por sistema, de la granja durante los años 2019, 2020 y 2021.....	69
Figura 17: Diagrama de Pareto del TMEF para el año 2019 .....	70
Figura 18: Diagrama de Pareto del TMEF para el año 2020.....	71

Figura 19: Diagrama de Pareto del TMEF para el año 2021 ..... 72

Figura 20: Cuadros de TMEF y TMPR de cada uno de los sistemas de la línea de producción de pollo para los años 2019, 2020 y 2021 ..... 73

Figura 21: Gráfico de los valores X e Y de la tabla de regresión lineal. Así, se obtienen los valores de BETA y a, ya que la ecuación de la recta tiene la forma  $y=mx+a$ ; donde  $m=BETA$ .. 76

Figura 22: Gráfico de confiabilidad y probabilidad de falla para los motores eléctricos del sistema de Alimentación ..... 79

Figura 23: Gráfico de confiabilidad y probabilidad de falla para los motores eléctricos del sistema de Calefacción..... 80

Figura 24: Gráfico de confiabilidad y probabilidad de falla para los motores eléctricos del sistema de Túnel ..... 81

Figura 25: Gráfico de confiabilidad y probabilidad de falla para los motores eléctricos del sistema de Ventilación ..... 82

Figura 26: Gráfico de confiabilidad y probabilidad de falla para los motores eléctricos del sistema de Ventiladores ..... 83

Figura 27: Gráfico de mantenibilidad M(t) para los motores eléctricos del sistema de Alimentación..... 84

Figura 28: Gráfico de mantenibilidad M(t) para los motores eléctricos del sistema de Calefacción ..... 85

Figura 29: Gráfico de mantenibilidad M(t) para los motores eléctricos del sistema de Túnel ..... 86

Figura 30: Gráfico de mantenibilidad M(t) para los motores eléctricos del sistema de Ventilación ..... 87

Figura 31: Gráfico de mantenibilidad M(t) para los motores eléctricos del sistema de Ventiladores . 88

Figura 32: Resultados de las primeras cinco preguntas de la encuesta aplicada a 40 colaboradores de la empresa avícola .....	93
Figura 33: Resultados de las preguntas 6 a 10 de la encuesta aplicada a 40 colaboradores de la empresa avícola.....	94
Figura 34: Resultados de la pregunta 11 de la encuesta aplicada a 40 colaboradores de la empresa avícola.....	95

## RESUMEN

La empresa objeto de estudio fue una productora avícola de carne de pollo, cuyos centros de producción contaban con un alto nivel de automatización en los procesos. El área de mantenimiento estaba orientado a desarrollar actividades, sobre todo, de mantenimiento del tipo correctivo. Mediante la propuesta de gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) se buscó mejorar los indicadores del área de mantenimiento y promover las actividades del área con un enfoque preventivo. Se inició con el estudio y análisis del proceso productivo, los sistemas y componentes de las máquinas y/o equipos y la interacción de estos con el ambiente físico donde se encontraban. Como primer paso se realizó una exhaustiva identificación y evaluación de las principales fallas que afectaban a los motores eléctricos de las máquinas y equipos de la línea de producción de pollo de la empresa avícola, para ello, se utilizó la metodología de Análisis de Modo de Falla y Efectos (AMFE). Los resultados de este análisis permitieron definir las estrategias de mejora: a) tener motores eléctricos en almacén, como ítems de stock; b) implementar un plan de entrenamiento para el personal de mantenimiento y para el personal de operaciones y, c) el desarrollo de un nuevo plan de mantenimiento con un enfoque ahora, preventivo.

Las propuestas de mejora evaluadas permitieron obtener una reducción de costo equivalente al 31% de manera global sobre los costos asociados al mantenimiento de los motores eléctricos y las pérdidas por tasa de conversión alimenticia, correspondientes al año 2022. Además, los indicadores de mantenimiento como son: TMEF, TMPR, tasa de fallos, confiabilidad y mantenibilidad; para el año 2022, presentan mejoras significativas con respecto a años anteriores.

**PALABRAS CLAVES:** AMFE, motores eléctricos, disponibilidad, mantenibilidad, tasa de falla.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- Acuña, J. (2003). *Ingeniería de Confiabilidad*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Accorsi, R., Gallo, A., Tufano, A., Bortolini, M., Penazzi, S., & Manzini, R. (2019). A tailored Maintenance Management System to control spare parts life cycle. *Procedia Manufacturing*, 38, 92–99. doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.013.
- Aguilera Díaz, Anailys. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 11(2), 322-343. Recuperado en 17 de junio de 2022, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612017000200022&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022&lng=es&tlng=es).
- Astill, J., Dara, R. A., Fraser, E. D. G., Roberts, B., & Sharif, S. (2020). Smart poultry management: Smart sensors, big data, and the internet of things. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170, 105291. doi: 10.1016/j.compag.2020.105291
- Aviagen 2014. Manual de manejo de pollo de engorde. (en línea). Consultado el 8 dic 2017. [http://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf).
- Arbor Acres (2009). Guía de Manejo del Pollo de Engorde 3. Aviagen [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf).
- Bestratén, M., Orriols, R. & Mata, C. (2004) NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España [https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp\\_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba?version=1.0&t=1528460825650](https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba?version=1.0&t=1528460825650).



- Barreda Beltrán, S. (2015). Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (R.C.M.) en la EDAR de Nules-Vilavella. Tesis de pregrado, Universitat Jaume.
- [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/128127/TFG\\_2015\\_BarredaBeltranS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/128127/TFG_2015_BarredaBeltranS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Barriento, V. F., & Achcar, J. A. (2019). Statistical analysis of equipment maintenance time in the food industry: a case study to identify sources of impact on performance. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 27(1), 151–163. doi:10.4067/s0718-3305201900010015110.4067/s0718-33052019000100151
- Ciolas, D. (2012). El camino de Europa hacia una agricultura sostenible.
- [https://europa.eu/rapid/pressrelease\\_SPEECH-12-480\\_en.htm](https://europa.eu/rapid/pressrelease_SPEECH-12-480_en.htm).
- Campos, O., Toledo, M., Tolentino, R., Tolentino, G. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. Instituto Politécnico de México. Científica, Vol. XXIII (Nº 1), 51-59 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61458265006>
- CEI. IEC 60300-3-11/ NEK IEC 60300-3-11: Gestión de la confiabilidad, Parte 3–11: Guía de aplicación Mantenimiento centrado en la confiabilidad. Norsk elektroteknisk komite (NEK), 1999.
- De Smet, S., & Vossen, E. (2016). Carne: El equilibrio entre nutrición y salud. Una revisión. *Ciencia de la Carne*, 120, 145–156. doi: 10.1016/j.meatsci.2016.04.008.
- Díaz, A., Villar, L., Cabrera, J., Gil, A., Mata, R., Rodríguez, A. (2016) Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica. Universidad Politécnica de La Habana. *Ingeniería Mecánica*, Vol. XIX (N.º 3), 137-142 <http://scielo.sld.cu/pdf/im/v19n3/im03316.pdf>

- Da Costa Burga, M. (2010). Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción. Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú.  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/567>
- Duffua, S; Raouf, A y Dixon, J. (2000). Sistemas de Mantenimiento. Planeación y Control. Editorial Limusa.
- Ehsan Ullah, Mirza Mansoor Baig, Hamid Gholamhossein, Jun Lu, Failure mode and effect analysis (FMEA) to identify and mitigate failures in a hospital rapid response system (RRS), Heliyon, Volume 8, Issue 2, 2022, e08944, ISSN 2405-8440.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08944>.
- EasyMaint (2022). Software para la Gestión del Mantenimiento de Activos [Archivo PDF]  
[https://www.easymaint.net/images/Folletos/EasyMaint\\_Cmms\\_Software\\_de\\_Mantenimiento.pdf](https://www.easymaint.net/images/Folletos/EasyMaint_Cmms_Software_de_Mantenimiento.pdf).
- Espinosa Noritz, H. A. (2010). Comparación de rendimientos sobre parámetros zootécnicos y económicos, utilizando comedores automáticos y manuales en pollos de engorde en el trópico. Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- EC&M (1 de octubre de 2004) Explaining motor failure.  
<https://www.ecmweb.com/content/article/20893083/explaining-motor-failure>.
- Geert Waeyenbergh; Liliane Pintelon (2004). Maintenance concept development: A case study., 89(3), 395–405. doi: 10.1016/j.ijpe.2003.09.008
- Gazcón-Rivera, A., Nosedal-Sánchez, J., & Trigos, F. (2021). Transactional failure mode and effect analysis an application to map risks in the service industry. Case Studies on Transport Policy. doi: 10.1016/j.cstp.2021.07.004.

- Gupta, G., Ghasemian, H., & Janvekar, A. A. (2021). A novel failure mode effect and criticality analysis (FMECA) using fuzzy rule-based method: A case study of industrial centrifugal pump. *Engineering Failure Analysis*, 123, 105305. doi: 10.1016/j.engfailanal.2021.10.
- Hung, A. (2008) Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC. *Energética*, Vol. XXX (N° 2). <https://www.redalyc.org/pdf/3291/329127741002.pdf>
- ISO. (2022) SAE JA1012 A Guide to the Reliability-Centred Maintenance (RCM) Standard. SAE International Provided by HIS under license with SAE.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad* (2.ª ed.). (Ellmann, Suerio y Asociados, Trad.) (Obra original publicada en 1997).
- Mesa, D., Ortiz, Y., Pinzón, M. (2006) La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Universidad Tecnológica de Pereira. Scientia et Technica Año XII, (N.º 30), 155-160*  
<https://www.redalyc.org/pdf/849/84920491036.pdf>
- Miranda S. 2017. Manejo de los pollitos de engorde durante la primera semana “Broiler brooding time”: los cinco aspectos fundamentales. *Universidad Técnica Nacional. No. 78-2017. 15-17 p.*
- Miño G., Moyano J., Santillán C. (2019). Standard times for line balancing in model four automotive welding área. *Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. Ingeniería Industrial, vol. XL, núm. 2, pp. 110-122,2019.*
- Moreno-Martínez, J.A. 2011. *Diseño de explotación. Instalaciones para pollo de engorde. Selecciones avícolas. p. 13 - 20.*

- Roenigk, WP. (1999). Crecimiento y desarrollo muscular. Discurso principal: consumo mundial de aves de corral. *Ciencia Avícola*, 78(5), 722–728. doi:10.1093/ps/78.5.722.
- Reaño Ramos, L (2019). Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad en una empresa reprocesadora de subproductos de arroz para minimizar el número de averías. Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú.
- [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2058/Leonardo%20Reaño\\_Tesis\\_Titulo%20Profesional\\_2019.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2058/Leonardo%20Reaño_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=3&isAllowed=y).
- Ross 2014. Manual de manejo de pollo de engorde. (En línea). Consultado el 08 enero del 2018.
- Disponible en:
- [http://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf).
- Selvik, J. T., & Aven, T. (2011). A framework for reliability and risk centered maintenance. *Reliability Engineering & System Safety*, 96(2), 324–331. doi:10.1016/j.ress.2010.08.001
- Sifonte J. (2019). Origen del RCM. <https://esp.reliabilityconnect.com/origen-del-rcm/>
- Sovacool B.; Kryman M. y Laine E. (2015). Profiling technological failure and disaster in the energy sector: A comparative analysis of historical energy accidents. *Energy*, 90(), 2016–2027. doi: 10.1016/j.energy.2015.07.043
- SAE. SAE-JA1011: Criterios de evaluación para procesos de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), Sociedad de Ingenieros Automotrices, 1999.
- SAE. SAE-JA1012: Una guía para el estándar de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), Sociedad de Ingenieros Automotrices, 2002.
- UMPIERRES D. 2015. Manual de buenas prácticas en la producción avícola. Dirección General de Desarrollo Rural. Montevideo, Uruguay. 30 p.

Wittig, J. (2005). Process automation for the production of large composite parts. Reinforced

Plastics, 49(1), 30–33. doi:10.1016/s0034-3617(05)00519-9

Xianzhong, J., Wenlong, L., Xuguang, G. & Ruzhi, W. (2019) Fault Diagnosis of Motor

Bearings Based on a One-Dimensional Fusion Neural Network. Sensors MDPI

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6339238/pdf/sensors-19-00122.pdf>