



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO Y PROPUESTA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO CLEAN IN PLACE (CIP) EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA LÁCTEA DE CAJAMARCA, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS CICLOS DE LAVADO

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bachiller Fran Martin Torres Villanueva

Asesor:

Ing. Miguel Ángel Escalante Bautista

Cajamarca – Perú

2016

ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Realidad problemática	2
1.2 Formulación del problema	13
1.3 Justificación.....	14
1.4 Limitaciones	14
1.5 Objetivos.....	15
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	15
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	15
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 Antecedentes	17
2.2 Bases Teóricas.....	21
2.2.1 <i>Industria Láctea</i>	21
2.2.2 <i>Automatización Industrial</i>	23
2.2.3 <i>Limpieza Industrial</i>	24
2.2.4 <i>Producción por lotes (Batch)</i>	29
2.2.5 <i>Sistema automatizado de limpieza en sitio Clean In Place (CIP)</i>	30

2.2.6	<i>Eficiencia de los ciclos de lavado.</i>	36
2.2.7	<i>Agentes de Limpieza</i>	40
2.3	Definición de términos básicos	43
2.4	Hipótesis	46
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA		48
3.1	Operacionalización de variables	48
3.2	Tipo de diseño de investigación.	49
3.3	Unidad de estudio.	49
3.4	Población.	49
3.5	Muestra.	49
3.6	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.	49
3.7	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.	53
CAPÍTULO 4. RESULTADOS		55
4.1	Presentación de la empresa.	55
4.1.1	<i>Diagnóstico del Área de Estudio</i>	70
4.1.2	<i>Diagrama de procesos</i>	72
4.2	Diseño de propuesta.	89
4.2.1	<i>Propuesta de mejora</i>	89
4.2.2	<i>Estándares de limpieza CIP para la industria láctea</i>	91
4.2.3	<i>Propuesta de Diseño automatizado Clean in Place</i>	97
4.2.4	<i>Nuevo flujograma de un ciclo de lavado</i>	104
4.2.5	<i>Nuevo diagrama de operaciones para el llenado de tanques.</i>	106
4.2.6	<i>Nuevo diagrama de operaciones para un ciclo de lavado</i>	108
4.2.7	<i>Nuevo balance de materiales con un sistema CIP</i>	111
4.2.8	<i>Medición de los nuevos indicadores con el sistema CIP</i>	113
4.3	Implementación en la empresa.	115
4.3.1	<i>Selección y capacidad de las piezas para el sistema CIP</i>	115
4.3.2	<i>Descripción de la programación del sistema CIP</i>	137
4.3.3	<i>Simulación del sistema automatizado limpieza CIP</i>	159

4.3.4	<i>Validación de resultados con la implementación CIP</i>	187
4.3.5	<i>Medición de los indicadores con la implementación de sistema automatizado Clean in Place</i>	199
4.4	Económico financiero beneficio costo.	202
4.4.1	<i>Inversión de activos tangibles</i>	202
4.4.2	<i>Otros Gastos</i>	204
4.4.3	<i>Gastos de personal</i>	204
4.4.4	<i>Gastos de capacitación</i>	205
4.4.5	<i>Costos proyectados - Implementación</i>	205
4.4.6	<i>Evaluación VAN, TIR, IR</i>	207
4.5	Resultados.....	215
4.5.1	<i>Resultados de los indicadores</i>	215
4.5.2	<i>Análisis de ahorro</i>	219
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN		222
CONCLUSIONES		225
RECOMENDACIONES		227
REFERENCIAS		229
ANEXOS		232

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.: Producción Anual de Leche Fresca por Regiones	3
Tabla 2: Áreas que cuenta con el sistema de limpieza	10
Tabla 3: Tiempos de cada proceso de limpieza en el área de recepción y acopio de leche	10
Tabla 4: Tiempos de limpieza de cada área de la planta	11
Tabla 5: Tiempos de control de temperatura y concentración.	12
Tabla 6: Concentraciones adecuadas de ácido y soda.....	12
Tabla 7: Pérdida de concentraciones promedio por ciclo de lavado.....	13
Tabla 8: Operacionalización de variables	48
Tabla 9: Métodos y técnicas de recolección de datos	50
Tabla 10: Detalle de Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	50
Tabla 11: Métodos para el análisis de datos	53
Tabla 12: Personal de la empresa jefatura de planta y área de producción.....	57
Tabla 13: Personal de la empresa en el área de logística y mantenimiento.	58
Tabla 14: Personal de la empresa en el área de campo.....	59
Tabla 15: Máquinas equipos y herramientas de la empresa.....	60
Tabla 16: (Continuación) Máquinas equipos y herramientas de la empresa.....	62
Tabla 17: Máquinas equipos y herramientas del tratamiento de aguas industriales de la empresa.....	63
Tabla 18: Productos quesos.....	66
Tabla 19: Lista de problemas	68
Tabla 20: Priorización de problema	68
Tabla 21: Priorización de problema	69
Tabla 22: Resumen del diagrama de operaciones del llenado de tanques	77
Tabla 23: Resumen del diagrama de operaciones de un ciclo de lavado	79
Tabla 24: Diagrama de recorrido del llenado de los tanques de solución	80
Tabla 25: Diagrama de recorrido de un ciclo de lavado.....	82
Tabla 26: Medición de indicadores	87
Tabla 27: Estándares de limpieza para la limpieza CIP	92
Tabla 28: Tiempos de lavado para el área de acopio con el sistema CIP.....	92
Tabla 29: Tiempos de lavado por área con el sistema CIP.....	93
Tabla 30: Leyenda de dispositivos usados para la automatización CIP	101
Tabla 31: Resumen del diagrama de operaciones del llenado de tanque.....	107

Tabla 32: Resumen del diagrama de operaciones para un ciclo de lavado	109
Tabla 33: Comparación y medición de los nuevos indicadores	113
Tabla 34: Flujo de tubería	115
Tabla 35: Tabla de grado de filtración según el tipo de malla mesh.....	123
Tabla 36: Equipos de “Entrada” y “Salida”	137
Tabla 37: Comparación y medición de los nuevos indicadores con la implementación CIP	199
Tabla 38: Costos de equipos mecánicos	202
Tabla 39: Costos de equipos eléctricos	203
Tabla 40: Listas de otros gastos	204
Tabla 41: Gastos de personal para el CIP	204
Tabla 42: Gastos de capacitación.....	205
Tabla 43: Costos proyectados – Implementación del sistema Clean in place.....	206
Tabla 44: Costos del análisis de indicadores escenario óptimo.....	207
Tabla 45: Ingresos proyectados del escenario óptimo	208
Tabla 46: Flujo de caja proyectado para el escenario óptimo.....	209
Tabla 47: Indicadores económicos del escenario óptimo	210
Tabla 48: Costos del análisis de indicadores del escenario pesimista	210
Tabla 49: Ingresos proyectados del escenario pesimista.....	211
Tabla 50: Flujo de caja proyectado para el escenario pesimista	211
Tabla 51: Indicadores económicos del escenario pesimista	212
Tabla 52: Costos del análisis de indicadores del escenario optimista	213
Tabla 53: Ingresos proyectados del escenario optimista	213
Tabla 54: Flujo de caja proyectado para el escenario optimista	214
Tabla 55: Indicadores económicos del escenario optimista.....	214
Tabla 56: Indicadores medidos con y sin el sistema automatizado de limpieza Clean in place.	216
Tabla 57: Antes, después y beneficio de los indicadores	219
Tabla 58: Tiempos mínimos y máximos actuales de las áreas de producción de la empresa láctea de Cajamarca.	235
Tabla 59: Tiempos actuales del control de temperatura y concentración.....	238
Tabla 60: Temperaturas actuales de las sustancias de limpieza.....	238
Tabla 61: Porcentaje de concentración de los químicos de limpieza	239
Tabla 62: Guía de observación de la planta de producción	240

Tabla 63: Guía de observación del llenado de los tanques de limpieza	240
Tabla 64: Guía de observaciones de lavado en el área de acopio y recepción de leche.	240

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción de leche de vaca por regiones, 2012	2
Figura 2: Actual sistema de limpieza	5
Figura 3: Válvula moduladora	6
Figura 4: Intercambiador de placas.....	6
Figura 5: Panel de control del sistema de Limpieza	7
Figura 6: Electroválvula superior e inferior	7
Figura 7: Bomba centrífuga.....	8
Figura 8: Proceso de limpieza.....	9
Figura 9: Modelo de un proceso Clean in Place.....	31
Figura 10: Parámetros de limpieza	36
Figura 11: Rombo de seguridad del ácido nítrico.....	42
Figura 12: Rombo de seguridad de la soda cáustica.....	43
Figura 13: Organigrama de la empresa	56
Figura 14: Mercado lácteo Peruano.....	65
Figura 15: Manjarblanco.....	67
Figura 16: Manjarblanco La Mesa.....	67
Figura 17: Diagrama de Ishikawa – Ineficientes ciclos de lavado.....	70
Figura 18: Diagrama de flujos de un ciclo de lavado.....	72
Figura 19: Diagrama de recorrido para un ciclo de lavado	74
Figura 20: Diagrama de operaciones del llenado de los tanques de solución	76
Figura 21: Diagrama de operaciones de un ciclo de lavado	78
Figura 22: Balance de materiales y de temperatura.....	84
Figura 23: Diseño de propuesta referido a la automatización del sistema de limpieza.....	89
Figura 24: Diseño propuesto del Sistema automatizado Clean in Place	97
Figura 25: Nuevo flujograma con el sistema automatizado CIP	104
Figura 26: Nuevo diagrama de operaciones del llenado de los tanques de solución con un sistema CIP	106
Figura 27: Nuevo diagrama de operaciones para un ciclo de lavado	108
Figura 28: Nuevo balance de materiales con un sistema Clean in Place	111
Figura 29: Dimensiones del tanque CIP. Fuente: Elaboración propia	116
Figura 30: Sensor de nivel – VEGASWING 51.....	117
Figura 31: Bomba diafragma ALL-FLO.....	119
Figura 32: Bomba centrífuga	120

Figura 33: Filtro mecánico de 90°	122
Figura 34: Fluviómetro Propine Promag 50L 2"	123
Figura 35: Conductímetro INDUMAX CLS54 con canal transistor LIQUILINE M CM42 .	125
Figura 36: Sensor de temperatura TH27 modular	126
Figura 37: Sensor de presión o Indicador de presión.....	128
Figura 38: Válvula de bola.....	129
Figura 39: Válvula mariposa LKB ULTRAPURE	131
Figura 40: Válvula de asiento sencillo UNIQUE SSV Y-CUERPO	132
Figura 41: Válvula de asiento sencillo UNIQUE SSV TANQUE OUTLET	133
Figura 42: Válvula de asiento sencillo SSV UNIQUE	134
Figura 43: Válvula accionada por aire LKAP	135
Figura 44: Válvula de doble asiento antimezcla UNICO MIXPROOF	136
Figura 45: Llenado de tanques de almacenamiento CIP	139
Figura 46: Dosificación de agentes químicos	141
Figura 47: Calentamiento de sustancias.....	144
Figura 48: Primer enjuague – Agua Recuperada	147
Figura 49: Lavado con detergente alcalino- soda cáustica	150
Figura 50: Segundo enjuague – Agua Fresca	152
Figura 51: Lavado con químico- ácido nítrico	155
Figura 52: Tercer enjuague – Agua Fresca	158
Figura 53: Recorrido de materiales en los tanques de almacenamiento “SILOS”.....	160
Figura 54: Simulación CIP en los "Silos"	161
Figura 55: Datos de la simulación de "Silos"-1	161
Figura 56: Datos de la simulación de “Silos”-2	162
Figura 57: Recorrido de materiales en el área de acopio y recepción de leche.....	164
Figura 58: Simulación CIP del acopio de leche	165
Figura 59: Datos de la simulación de "Acopio"-1	165
Figura 60: Datos de simulación de "Acopio"-2	166
Figura 61: Recorrido de materiales en el área de ósmosis inversa	168
Figura 62: Simulación CIP de Osmosis Inversa	169
Figura 63: Datos de simulación de "Osmosis"-1	169
Figura 64: Datos de la simulación de “Osmosis”-2.....	170
Figura 65: Recorrido de materiales en el área de Quesería	172
Figura 66: Simulación CIP de Quesería	173

Figura 67: Datos de la simulación de "Quesería"-1	173
Figura 68: Datos de la simulación de "Quesería"-2.....	174
Figura 69: Recorrido de materiales en el área de Manjarblaco	176
Figura 70: Simulación CIP de Manjarblanco	177
Figura 71: Datos de la simulación de "Manjarblanco"-1	177
Figura 72: Datos de la simulación de "Manjarblanco"-2.....	178
Figura 73: Recorrido de materiales en el área de queso fundido	180
Figura 74: Simulación CIP de Queso fundido.....	181
Figura 75: Datos de la simulación de "Queso Fundido"-1	181
Figura 76: Datos de la simulación de "Queso Fundido"-2.....	182
Figura 77: Recorrido de los materiales por los equipos de tratamiento de leche.....	184
Figura 78: Simulación CIP para equipos de tratamiento	185
Figura 79: Datos de simulación de "Equipos de tratamiento"-1	185
Figura 80: Datos de la simulación de "Equipos de tratamiento"-2.....	186
Figura 81: Sistema automatizado CIP de tres tanques	188
Figura 82: Sistema CIP con cuatro tanques de limpieza	188
Figura 83: VarioClean en una línea embotelladora de vino.	190
Figura 84: VarioClean en una línea de llenado de cerveza	190
Figura 85: Pantalla CIP de un sistema CIP	191
Figura 86: Terminal de válvulas de doble asiento para la distribución de los medios de limpieza.....	192
Figura 87: Planta CIP completamente automática VarioClean con dos líneas de tuberías	193
Figura 88: Sistema VarioClean para el área de embotellado de la empresa Kasfruit.....	194
Figura 89: Sistema VarioClean para la empresa Kloud	195
Figura 90: Operadores trabajando con el software de automatización	196
Figura 91: Sistema VarioClean en la empresa Tione.....	197
Figura 92: Ingresos netos escenario optimo.....	209
Figura 93: Ingresos netos escenario pesimista	212
Figura 94: Ingresos netos escenario optimista	214
Figura 95: Sistema de limpieza actual	232
Figura 96: Trampa de vapor des sistema de limpieza.....	240
Figura 97: Sistema actual de limpieza	240
Figura 98: Bomba centrífuga del sistema de limpieza.....	240

Figura 99: Sala de cambio de válvulas de la empresa.....	240
Figura 100: Los tanques de sustancias no tienen tapas	240
Figura 101: Desagüe del sistema limpieza	240
Figura 102: Fondo del tanque	240
Figura 103: Electroválvula del sistema de limpieza	240
Figura 104: Derrame de sustancia.....	240
Figura 105: Electroválvula inferior.....	240
Figura 106: Sensor de temperatura	240
Figura 107: Panel de control actual	240
Figura 108: Medidor de temperatura.....	240
Figura 109: Electroválvulas inferiores	240
Figura 110: Hoja MSDS del ácido nítrico	240
Figura 111: Hoja MSDS de la soda cáustica.....	240
Figura 112: Plano del tanque de almacenamiento del agua recuperada	240
Figura 113: Plano de almacenamiento de agua fresca	240
Figura 114: Plano del tanque de almacenamiento de químicos	240
Figura 115: Plano de los sensores de nivel VEGASWING 51	240
Figura 116: Ficha técnica del sensor de nivel VEGASWING 51	240
Figura 117: Plano de la bomba diafragma de ½”	240
Figura 118: Ficha técnica de la bomba diafragma de ½”	240
Figura 119: Plano de la bomba centrífuga.....	240
Figura 120: Ficha técnica de la bomba centrífuga	240
Figura 121: Plano del filtro mecánico de 90°	240
Figura 122: Ficha técnica del filtro mecánico de 90°	240
Figura 123: Plano de Flujómetro.....	240
Figura 124: Ficha técnica del flujómetro	240
Figura 125: Plano del conductímetro	240
Figura 126: Ficha técnica del conductímetro	240
Figura 127: Plano del sensor de temperatura	240
Figura 128: Ficha técnica del sensor de temperatura	240
Figura 129: Plano del sensor de presión	240
Figura 130: Ficha técnica del sensor de presión	240
Figura 131: Plano de la válvula de bola.....	240
Figura 132: Ficha técnica de la válvula de bola.....	240

Figura 133: Plano de la válvula de mariposa.....	240
Figura 134: Ficha técnica de la válvula de mariposa	240
Figura 135: Plano de válvula de asiento sencillo – Y	240
Figura 136: Ficha técnica de válvula de asiento sencillo – Y.....	240
Figura 137: Plano de válvula de asiento sencillo – inferior	240
Figura 138: Ficha técnica de válvula de asiento sencillo – inferior	240
Figura 139: Plano de válvula de asiento sencillo – superior	240
Figura 140: Ficha técnica de válvula de asiento sencillo – superior	240
Figura 141: Plano de la válvula accionada por aire.....	240
Figura 142: Ficha técnica de la válvula accionada por aire	240
Figura 143: Plano de la válvula de asiento doble	240
Figura 144: Ficha técnica de la válvula de asiento doble.....	240

RESUMEN

En la empresa láctea de Cajamarca utilizada en la presente investigación se identificó diferentes problemas como el ineficiente proceso de limpieza que principalmente era por el sistema obsoleto que tenía la empresa, además se realizaban procesos manuales y adicionales para los controles de temperatura y dosificación de los líquidos necesarios para la limpieza. Los operarios del sistema de saneamiento se sobrecargaban al tener estas operaciones de más y en muchas ocasiones no realizaban controles adecuados y arriesgaban la calidad del producto final. Con el diseño y la propuesta de un sistema automatizado de limpieza Clean in Place (CIP) se logra obtener ciclos de lavado con tiempos precisos y con controles de temperatura y concentración adecuados para las soluciones, a través de la Automatización Industrial.

Para el análisis de la empresa se utilizaron herramientas aprendidas durante la carrera de ingeniería industrial como diagramas de flujos, diagramas de operaciones, diagrama de recorrido, balance de materiales, Ishikawa, etc. La Automatización industrial, se determinó como principal método para lograr obtener eficientes ciclos de lavado, por lo que se ha requerido diseñar un sistema de limpieza automatizado Clean In Place (CIP), donde logrará eliminar los procesos manuales.

En conclusión los resultados obtenidos, luego de proponer un sistema automatizado para los ciclos de lavados, son:

- Ciclos de lavado con tiempos exactos.
- Controles adecuados de Temperatura y concentración de soda y ácido.
- Ahorros de insumos.
- Ahorro de tiempos.
- Operaciones sin riesgo.

Por último se recomienda a las empresas lácteas dar mantenimiento a sus sistemas de lavado de sus áreas de producción y actualizarlo cada cierto tiempo, esto evitará pérdidas de concentraciones y generará eficientes ciclos de lavado cumpliendo con los estándares de limpieza requeridos.

ABSTRACT

In the dairy business of Cajamarca used in this research different problems such as inefficient cleaning process that mainly was because of the outdated system that the company had identified, plus manuals and additional processes are performed for the temperature controls and dosing of liquids necessary for cleaning. The operators of the sanitation system are overloaded by having these operations more and often did not perform adequate controls and risking the quality of the final product. With the design and proposal of an automated cleaning system Clean in Place (CIP) is possible to obtain washing cycles with precise timing and temperature controls and appropriate concentration for solutions, through the Industrial Automation.

For company analysis tools learned were used during the career of industrial engineering as flow charts, flowcharts, flow chart, material balance, Ishikawa, etc. Industrial Automation, was determined as the main method in order to obtain efficient washing cycles, so I require design has a cleaning system automated Clean In Place (CIP), which achieved eliminating manual processes.

In conclusion the results obtained, after proposing an automated system for the wash cycles, are:

- Wash cycles with exact times.
- Controls suitable temperature and concentration of soda and acid.
- Savings of inputs.
- Time savings.
- Operations without risk.

Finally at dairies is recommended to maintain your washing systems production areas and update it every so often, this will prevent loss of concentration and generate efficient washing cycles meeting the standards required cleaning.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

REFERENCIAS DE TESIS

- Betancourt, J. (2011). Propuesta de diseño de un sistema CIP (Clean in Place), y estudio de tiempos de procesos en el área de jarabes de embotelladora la Mariposa, S.A". Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Lema, M. (2009). Diseño de un sistema de limpieza de tipo Sanitario (CIP) para industria de alimentos lácteos. Escuela Superior Politécnica del Litoral de Guayaquil, Ecuador.
- Navarro, A. (2001). Trabajo de investigación de Control lógico programable (PLC). Trabajo presentado como requisito parcial para ascender a la categoría de profesor agregado. Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui.
- Requena, J. (2012). Diseño de un sistema de automatización de una planta de lavado de zanahoria de 10 t/h. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Rodríguez, V. (1999). Aplicaciones hidráulicas en Ingeniería Sanitaria en los procesos de saneamiento automatizado en la industria de alimentos y bebida. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Torres, C. (2012). Diseño de un sistema de limpieza en el sitio sanitario (CIP) para una línea de llenado de un salón de embotellado en la industria de cerveza. Universidad de San Carlos de Guatemala.

REFERENCIAS DE INFORMACION VIA ELECTRONICA

- Emerson, A. Conductivity Measurement: Critical for Clean-in-place systems (en línea). Recuperado el 5 de noviembre
http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Rosemount%20Analytical%20Documents/Liq_Article_61-1911_200710.pdf
- Gómez, L. (2013). Automatización Industrial principios y aplicaciones (en línea). Recuperado el 15 de octubre
<http://es.scribd.com/doc/29338450/AUTOMATIZACION-INDUSTRIAL>
- Perez, J. y Cánepa, L. Criterios de diseño para la dosificación y mezcla rápida (en línea).
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/027757/027757-1.htm>
- Vignoni, J. (2002). Instrumentación y comunicaciones industriales, Control de Procesos (en línea). Recuperado el 20 de octubre

http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/transparencia/Control_de_Procesos.pdf

REFERENCIAS DE REVISTAS ESPECIALIZADAS

- Bowser, T (2001) Clean in Place Unit Construction and Operation Manual. Oklahoma State University. Stillwater.
- Briollo G. (2013) Artículo de principios de limpieza química CIP para la industria de alimentos. Tetra Park SRL.
- Rodríguez, J. (2012). Artículo de automatización integrada de procesos por lotes. Unidad de negocio farmacia e industrias de consumo. Farnespaña Industrial.
- Parraga, J. (2010). Clean in Place Made Simple. Global Process Technical Consultant. Rockwell Automation, Clevelan USA

REFERENCIAS LEGALES NORMATIVAS

- Balcells, J. (1997). Automatas programables. Primera edición. Grafiques 92 en Barcelona.
- Caparros, Francisco. (2013). MF1310_1: Limpieza y desinfección en laboratorios e industria químicos. Primera edición. IC Editorial. España.
- López, R. (2011). Procesos para la elaboración de productos lácteos. Manual 3. Representación de la FAO en Guatemala.
- Piedrafita, R. (2012). Ingeniería de la Automatización Industrial. Segunda edición ampliada y actualizada. Alfaomega Ra-Ma. México.
- Tetra Pak Iberia. (1996).Manual de Industria Láctea. Edición en Español. A, Madrid Vicente, Ediciones. España
- Dale, S. (2007). Clean-In-Place for Biopharmaceutical Processes. Primera edición. Editorial Illustrated. Estados Unidos.
- Zamorán, D. (2011).Manual de procesamiento lácteo. Primera edición. Agencia de Cooperación internacional de Japón.