



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA  
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BPR PARA MAXIMIZAR LA  
EFICIENCIA EN EL ÁREA DE COSTOS Y PRESUPUESTOS  
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PTAR PACHACÚTEC –  
VENTANILLA 2021

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Cristian Adolfo Culqui Pérez  
Julio Cesar Calderon Agustín

Asesor:

MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores

Lima - Perú

2021

## Tabla de contenidos

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	13
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	39
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	113
CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES .....	150
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	153
ANEXOS .....	157

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Partidas de mayor incidencia, escogidas para la presente investigación .....	42
<b>Tabla 2.</b> Prospección de problemas y defectos.....	56
<b>Tabla 3.</b> Formulario 1.....	57
<b>Tabla 4.</b> Formulario 2.....	58
<b>Tabla 5.</b> Salarios reales de los trabajadores .....	75
<b>Tabla 6.</b> Costo real de las partidas tradicionales estudiadas .....	76
<b>Tabla 7.</b> Formulario 6.....	109
<b>Tabla 8.</b> Productividad de las partidas estudiadas según procesos tradicionales .....	110
<b>Tabla 9.</b> Productividad de las partidas estudiadas según aplicación de reingeniería.....	111
<b>Tabla 10.</b> Comparativo de rendimientos de las partidas en estudio .....	113
<b>Tabla 11.</b> Comparativo Método Tradicional VS Reingeniería BPR (partidas de mayor incidencia) ..	148

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mejora continua – PDCA .....	25
Figura 2. Metodología de la Reingeniería de Procesos.....	33
Figura 3. Diagrama de diseño descriptivo causal explicativo.....	40
Figura 4. Variables de la investigación.....	41
Figura 5. Concreto para Solados y/o Sub Bases .....	47
Figura 6. Concreto en Zapatas .....	48
Figura 7. Encofrado en zapatas .....	48
Figura 8. Concreto en Losas Planas .....	49
Figura 9. Encofrado en Losas Planas .....	49
Figura 10. Concreto para muros.....	50
Figura 11. Encofrado para muros.....	50
Figura 12. Concreto para cimientos reforzados: .....	51
Figura 13. Encofrado de cimientos reforzados .....	51
Figura 14. Concreto para sobrecimientos reforzados.....	52
Figura 15. Encofrado en sobrecimientos reforzados.....	52
Figura 16. Concreto para columnas .....	53
Figura 17. Encofrado para columnas .....	53
Figura 18. Concreto para vigas .....	54
Figura 19. Encofrado para vigas .....	54
Figura 20. Concreto para Solados y/o Sub-bases.....	60
Figura 21. Concreto en Zapatas .....	61
Figura 22. Encofrado en Zapatas .....	62
Figura 23. Concreto en Losas Planas .....	63
Figura 24. Encofrado en Losas Planas .....	64
Figura 25. Concreto para muros.....	65

Figura 26. Encofrado para muros.....	66
Figura 27. Concreto para cimientos reforzados .....	67
Figura 28. Encofrado para cimientos reforzados .....	68
Figura 29. Concreto para sobrecimientos reforzados.....	69
Figura 30. Encofrado para sobrecimientos reforzados.....	70
Figura 31. Concreto para columnas .....	71
Figura 32. Encofrado de columnas .....	72
Figura 33. Concreto para vigas .....	73
Figura 34. Encofrado para vigas .....	74
Figura 35. Concreto en zapatas .....	77
Figura 36. Concreto en zapatas .....	78
Figura 37. Encofrado en zapatas .....	79
Figura 38. Concreto en Losa Plana .....	80
Figura 39. Encofrado de Losa .....	81
Figura 40. Concreto en muros.....	82
Figura 41. Encofrado para muros.....	83
Figura 42. Concreto para cimientos reforzados .....	84
Figura 43. Encofrado para cimientos reforzados .....	85
Figura 44. Concreto para sobrecimientos reforzados.....	86
Figura 45. Encofrado para sobrecimientos reforzados.....	87
Figura 46. Concreto para columnas .....	88
Figura 47. Encofrado para columnas .....	89
Figura 48. Concreto para vigas .....	90
Figura 49. Encofrado para vigas .....	91
Figura 50. Concreto en zapatas .....	92
Figura 51. Concreto en zapatas .....	93
Figura 52. Encofrado en zapatas .....	94
Figura 53. Concreto en Losas Planas .....	95

Figura 54. Encofrado de losas planas.....	96
Figura 55. Concreto en muros.....	97
Figura 56. Encofrado para muros reforzados.....	98
Figura 57. Concreto para cimientos reforzados .....	99
Figura 58. Encofrado para cimientos reforzados .....	100
Figura 59. Concreto para sobrecimientos reforzados.....	101
Figura 60. Encofrado para sobrecimientos reforzados.....	102
Figura 61. Concreto para columnas .....	103
Figura 62. Encofrado para columnas .....	104
Figura 63. Concreto para vigas de amarre .....	105
Figura 64. Encofrado para vigas .....	106
Figura 65. Concreto en solados y/o subbases según rendimiento en tiempo .....	116
Figura 66. Concreto en solados y/o subbases según rendimiento en costo.....	116
Figura 67. Concreto para zapatas según rendimiento en tiempo .....	117
Figura 68. Concreto para zapatas según rendimiento en costo .....	117
Figura 69. Concreto para losas según rendimiento en tiempo .....	118
Figura 70. Concreto para losas según rendimiento en costo.....	118
Figura 71. Concreto para muros según rendimiento en tiempo .....	119
Figura 72. Concreto para muros según rendimiento en costo.....	119
Figura 73. Encofrado metálico para zapatas según rendimiento en tiempo.....	120
Figura 74. Encofrado metálico para zapatas según rendimiento en costo .....	120
Figura 75. Encofrado metálico para losas según rendimiento en tiempo.....	121
Figura 76. Encofrado metálico para losas según rendimiento en costo .....	121
Figura 77. Encofrado metálico para muros según rendimiento en tiempo.....	122
Figura 78. Encofrado metálico para muros según rendimiento en costo .....	122
Figura 79. Concreto para solados y/o Subbases según rendimiento en tiempo .....	123
Figura 80. Concreto para solados y/o Subbases según rendimiento en costo .....	123
Figura 81. Concreto para losas de fondo-piso según rendimiento en tiempo .....	124

Figura 82. Concreto para losas de fondo-piso según rendimiento en costo.....	124
Figura 83. Concreto para muros según rendimiento en tiempo .....	125
Figura 84. Concreto para muros según rendimiento en costo .....	125
Figura 85. Concreto para losa canal según rendimiento en tiempo .....	126
Figura 86. Concreto para losa canal según rendimiento en costo .....	126
Figura 87. Encofrado metálico para muro circular según rendimiento en tiempo.....	127
Figura 88. Encofrado metálico para muro circular según rendimiento en costo.....	127
Figura 89. Encofrado metálico para losa de fondo - canal según rendimiento en tiempo .....	128
Figura 90. Encofrado metálico para losa de fondo - canal según rendimiento en costo.....	128
Figura 91. concreto para solados y/o subbases según rendimiento en tiempo.....	129
Figura 92. Concreto para solados y/o subbases según rendimiento en costo.....	129
Figura 93. Concreto para cimientos reforzados según rendimiento en tiempo .....	130
Figura 94. Concreto para cimientos reforzados según rendimiento en costo.....	130
Figura 95. Concreto para sobrecimientos reforzados según rendimiento en tiempo .....	131
Figura 96. Concreto para sobrecimientos reforzados según rendimiento en costo .....	131
Figura 97. Concreto para losas de fondo – piso según rendimiento en tiempo.....	132
Figura 98. Concreto para losas de fondo – piso según rendimiento en costo .....	132
Figura 99. Concreto para muros reforzados según rendimiento en tiempo .....	133
Figura 100. Concreto para muros reforzados según rendimiento en costo .....	133
Figura 101. Concreto para columnas según rendimiento en tiempo.....	134
Figura 102. Concreto para columnas según rendimiento en costo.....	134
Figura 103. Encofrado para muros reforzados según rendimiento en tiempo .....	135
Figura 104. Encofrado para muros reforzados según rendimiento en costo .....	135
Figura 105. Encofrado para columnas según rendimiento en tiempo.....	136
Figura 106. Encofrado para columnas según rendimiento en costo.....	136
Figura 107. Encofrado para cimientos reforzados según rendimiento en tiempo.....	137
Figura 108. Encofrado para cimientos reforzados según rendimiento en costo.....	137
Figura 109. Encofrado para sobrecimientos reforzados según rendimiento en tiempo .....	138

Figura 110. Encofrado para sobrecimientos reforzados según rendimiento en costo .....	138
Figura 111. Encofrado para losas de fondo-piso según rendimiento en tiempo .....	139
Figura 112. Encofrado para losas de fondo-piso según rendimiento en costos .....	139
Figura 113. Concreto para cimientos reforzados según rendimiento en tiempo .....	140
Figura 114. Concreto para cimientos reforzados según rendimiento en costo.....	140
Figura 115. Concreto para sobrecimientos reforzados según rendimiento en tiempo .....	141
Figura 116. Concreto para sobrecimientos reforzados según rendimiento en costo.....	141
Figura 117. Concreto para columnas según rendimiento en tiempo .....	142
Figura 118. Concreto para columnas según rendimiento en costo.....	142
Figura 119. Concreto para vigas según rendimiento en tiempo.....	143
Figura 120. Concreto para vigas según rendimiento en costo .....	143
Figura 121. Encofrado para cimientos reforzados según rendimiento en tiempo.....	144
Figura 122. Encofrado para cimientos reforzados según rendimiento en costo.....	144
Figura 123. Encofrado para sobrecimientos reforzados según rendimiento en tiempo .....	145
Figura 124. Encofrado para sobrecimientos reforzados según rendimiento en costo .....	145
Figura 125. Encofrado para vigas según rendimiento en tiempo.....	146
Figura 126. Encofrado para vigas según rendimiento en costo .....	146
Figura 127. Encofrado para columnas según rendimiento en tiempo.....	147
Figura 128. Encofrado para columnas según rendimiento en costo.....	147



## RESUMEN

La presente tesis tiene como finalidad implementar un sistema de mejora continua utilizando la metodología BPR para maximizar la eficiencia en el área de costos y presupuestos para la construcción de la Ptar Pachacútec. La investigación fue de naturaleza descriptiva causal explicativo, con diseño no experimental y de carácter transversal. La muestra estuvo conformada por las partidas de mayor incidencia del proyecto. Se procesaron los datos, los cuales se explican mediante tablas y figuras. Al determinar los instrumentos de monitoreo y/o control de los procesos de mejora continua y la utilización de la metodología BPR observamos que para las partidas seleccionadas para la investigación, se logró efectividad en su manejo, identificando con claridad los problemas en que se incurren habitualmente en el proceso tradicional, pudiendo anticiparlos oportunamente y mediante una adecuada planificación, proponer mejoras en los procesos, rediseñando algunos de ellos usando los principios de la reingeniería de procesos BPR, consiguiendo con ello mejoras en la productividad de las partidas analizadas en relación al método tradicional. Además de ello, al determinar un comparativo de tiempo y costo entre las metodologías tradicional y BPR observamos que los rendimientos de los procesos tradicionales son muy inferiores a los conseguidos en la aplicación de la reingeniería BPR por lo que se concluye que la innovación y/o pensamiento creativo, contribuyeron a generar nuevas asociaciones de conceptos e ideas conocidas, mejorando en este caso los procesos de las partidas incidentes, anticipando y solucionando oportunamente los habituales problemas o defectos y repercutiendo directamente ello en los rendimientos en tiempo y costo. Por consiguiente, de la data recolectada y analizada, la aplicación de la reingeniería de procesos BPR es aceptable, pues las partidas incidentes pudieron ser optimizadas en forma independiente y la cual permitió reducir el costo y el tiempo en la construcción de la Ptar Pachacútec.

**Palabras clave:** BPR, Reingeniería de procesos, mejora continua, eficiencia

## **NOTA DE ACCESO**

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

## REFERENCIAS

- Akshaya, V. K., Prangya, R. R., Puspendu, B., & Rajesh, D. R. (2016). Anaerobic Treatment of Wastewater. En W. Guo, R. Y. Surampalli, & T. C. Zhang, *Green Technologies for Sustainable Water Management* (págs. 297-336). Virginia: American Society of Civil Engineers.
- Bashar, R., Gungor, K., Karthikeyan, K. G., & Barak, P. (2018). Cost effectiveness of phosphorus removal processes in municipal wastewater treatment. *Chemosphere*, 280-290.
- MAYOR CÓRDOVA, Edgardo (2013) Planteamiento integral de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (tesis de titulación en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- DISEPROSA (2014) Plantas de tratamiento de aguas (consulta: 16 de mayo de 2016)([https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/87264/Plantas\\_de\\_Tratamiento\\_de\\_Aguas.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/87264/Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas.pdf)).
- GUZMAN TEJADA, Abner (2014) Aplicación de la filosofía *lean construction* en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos (tesis de titulación en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Emami, N., Sobhani, R., & Rosso, D. (2016). Circadian Amplification of Energy Consumption, its Associated Costs, and GHG Emissions in Aeration Processes. *Proceedings of the Water Environment Federation*, 5174-5187.
- EnviroSim. (21 de Mayo de 2017). *BioWin*. Obtenido de SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (SUNASS) (2015). Diagnóstico

de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento. 1 ed. Lima: Asociación gráfica educativa.

ESPINOSA Ortiz, Camilo. Factibilidad de diseño de un humedal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales de 30.000 habitantes. Tesis. (Magister en ingeniería civil). Bogotá. Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2014.pp.81.

GONZALES Prada, Eduardo. Recarga del acuífero de lima mediante el uso de aguas residuales tratadas. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2016. Pp.110.

Defensoría del Pueblo (2014). *Cumplimiento y vigilancia de la ejecución de los proyectos de agua y saneamiento*. Sitio web de la defensoría:  
<https://www.defensoria.gob.pe/blog/cumplimiento-y-vigilancia-de-laejecucion-de-los-proyectos-de-agua-y-saneamiento/>.

AVILA JIMENEZ, C. (24 de Marzo de 2015). *EL TIEMPO*. Obtenido de ¿Cómo es el avance en la cobertura de acueducto en Colombia?:  
<http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/agua-potable-en-colombia-/15445939>.

*Agua Purificación*. (4 de Abril de 2017). Obtenido de Tratamiento del agua, Sólidos disueltos totales (TDS): <http://aguapurificacion.com.mx/solidos-disueltos-totales-tds/>

Lema, A. (2016). *Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la parroquia San Luis de Pambil del cantón Guaranda*". Tesis de Grado, Escuela Superior Técnica de Chomborazo, Facultad de Ciencias, Riobamba.

Bendezú, R. y Martínez, A. *Propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales utilizando filtros percoladores – lodos anaeróbicos ecológicos para el distrito de*

*Huancayo, provincia de Huancayo – Junín. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana los Andes, Huancayo, Junín, Perú.*

Gaelano, L. y Rojas, V. (2016) *Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del Municipio de Velez – Santander*, Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Montes, A. y Herrera, A. (2017). *Diseño, construcción y evaluación de un reactor anaeróbico para el tratamiento de aguas de los aguamieles de un beneficio húmedo de café*. Tesis para optar el grado académico de magister en Ciencias de la Ingeniería Sanitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Ramos, J. (2018). *Análisis comparativo técnico - económico de la red de alcantarillado condominial y convencional en el centro poblado menor de Carhuacatac, distrito de Tarma, provincia de Tarma, departamento de Junín*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Católica Sedes Sapientiae, Tarma, Perú.

Raymundo, J. (2017), *Modelo de tratamiento de aguas residuales mediante humedal artificial de flujo superficial en el centro poblado La Punta – Sapallanga*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, UNCP, Huancayo, Perú.

Brahmi, M. (2016). *Modeling of secondary treated wastewater disinfection by UV irradiation: Effects of suspended solids content*.

Sedapal. (08 de Noviembre de 2018). Expedientes Técnicos - Sedapal. Obtenido de <http://cloud.sedapal.com.pe/owncloud/index.php/s/64eozUKC7aYUYcd>

Consorcio PTAR Pachacútec. (20 de Noviembre de 2019). PTAR Pachacútec. Obtenido de <https://www.facebook.com/pg/PTARPachacutec3/posts/>.

Acciona. (23 de Diciembre de 2020). Acciona Business As Unusual. Obtenido de

[https://www.acciona.com/es/actualidad/articulos/avanzan-obras-edar-pachacutec-peru-beneficiara-mas-200-000-habitantes/?\\_adin=02021864894](https://www.acciona.com/es/actualidad/articulos/avanzan-obras-edar-pachacutec-peru-beneficiara-mas-200-000-habitantes/?_adin=02021864894).