

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Aplicación de herramientas Lean Construction para el mejoramiento de productividad en proyectos de saneamiento básico rural ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2017 - 2019

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Por:

Tito Ruben Mamani Zela

Asesor

Ing. José Pacori Pacori

Juliaca, febrero de 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Ing. José Pacori Pacori, de la Facultad de ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Aplicación de herramientas Lean Construction para el mejoramiento de productividad en proyectos de saneamiento básico rural ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2017 - 2019”** constituye la memoria que presenta el Bachiller Tito Ruben Mamani Zela para obtener el título de Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los veinticinco días del mes de febrero del año dos mil veintiuno.



Ing. Jose Pacori Pacori



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 18 día(s) del mes de febrero del año 2021 siendo las 14:00 horas,

se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Mtro. Ferrnir Henry Gemberon Julca

secretario: Ing. Herson Duberly Páez Buzi y los demás

miembros: Ing. Ruben Fitzgerald Sosa Aguirre - Ing. Eder Mamani Echarri y el asesor Ing. Jose Pacon Pacon

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Aplicación de herramientas Lean Construction para el mejoramiento de productividad en proyectos de saneamiento básico rural ejecutados por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2017-2019"

de el(los)/la(las) bachiller(es): a) Eito Ruben Mamani Zela

b) conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil (Nombre del Título Profesional)

con mención en:

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)/(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/a(la)/(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Eito Ruben Mamani Zela

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	15	B-	Buena	Muy Buena

Candidato (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)/(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente

Secretario

Asesor

Miembro

Miembro

Candidato/a (a)

Candidato/a (b)

Dedicatoria

A Dios; por haberme permitido llegar hasta este punto.

A mis padres, que me inspiran a ser mejor persona cada día.

A mis hermanas, por el apoyo incondicional y motivación en esta etapa de mi vida.

Agradecimientos

A Dios, por acompañarme todos los días de mi vida.

A mi alma mater; la Universidad Peruana Unión, a través de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y a su actual coordinador, el Ingeniero Jherson Pari.

A mi asesor el Ingeniero José Pacori; que me dio dirección, para la elaboración del presente proyecto de investigación.

A los hermanos Moscairo Chura por permitirme realizar esta investigación en su empresa.

Índice General

Símbolos Usados.....	xxvi
Resumen.....	xxvii
Abstract.....	xxviii
Capítulo I El Problema.....	29
1.1. Identificación del Problema	29
1.1.1. Problema General.....	31
1.1.2. Problemas Específicos.	31
1.2. Justificación	31
1.3. Objetivos.....	32
1.3.1. Objetivo general.....	32
1.3.2. Objetivos específicos.	32
Capítulo II Marco Teórico	33
2.1. Revisión de Literatura.....	33
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	33
2.1.2. Antecedentes nacionales.	35
2.1.3. Antecedentes locales.....	37
2.2 Marco Conceptual.....	38
2.2.1 Productividad	38
2.2.2 Filosofía Lean	48
Capítulo III Materiales y Métodos	67
3.1. Metodología de Investigación.....	67
3.1.1. Enfoque de investigación.....	67
3.1.2. Nivel de investigación.....	67
3.1.3. Diseño de investigación.	67
3.1.4. Variable, Operacionalización de la variable	68
3.1.5. Métodos Estadísticos	70
3.2. Hipótesis de la Investigación	70
3.2.1. Hipótesis general.....	70
3.2.2. Hipótesis específicas.....	70
3.3. Descripción general de los proyectos en estudio	71
3.3.1. Características técnicas de los proyectos en estudio.....	72
3.4. Población y muestra de la investigación.....	82
3.4.1. Población involucrada.....	82
3.4.2. Muestra analizada	83
3.5. Técnica e instrumento de recolección de datos, validez	86
3.5.1. Instrumento de recolección de datos	86
3.5.2. Validez de instrumento de recolección de datos.....	86
3.6. Análisis de datos recolectados	87
3.7. Procedimiento de recolección y análisis de datos.....	88

Capítulo IV Resultados y Discusión	95
4.1. Resultados	95
4.1.1. Presentación de resultados de productividad sin la aplicación de lean construction	95
4.1.2. Aplicación de herramientas de Lean Construction	122
4.1.3. Presentación de resultados de productividad con la aplicación de lean construction ..	166
4.2. Discusión.....	211
4.2.1 Resumen de resultados.....	211
4.2.2 Resumen de resultados de cantidad de mano de obra.....	213
4.2.3 Resumen de resultados de costo de mano de obra.....	214
4.2.4 Análisis e Interpretación de resultados	214
Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones	225
5.1. Conclusiones	225
5.1.1. Conclusión General.....	225
5.1.2. Conclusiones Específicas.....	226
5.2. Recomendaciones	227
Anexos	231

Índice de Tablas

Tabla 1 Descripción de ejemplos de los tipos de trabajo.....	63
Tabla 2 Cronología de Lean Construction y Last Planner System	66
Tabla 3 Operacionalización de variables	69
Tabla 4 Proyectos en estudio	71
Tabla 5 Datos de contratación de los proyectos.....	73
Tabla 6 Desagregado de presupuesto del proyecto “A”	74
Tabla 7 Desagregado de presupuesto del proyecto “B”.....	74
Tabla 8 Desagregado de presupuesto del proyecto “C”.....	75
Tabla 9 Partidas que componen el proyecto “A”.....	76
Tabla 10 Partidas que componen el proyecto “B”	77
Tabla 11 Partidas que componen el proyecto “C”.....	79
Tabla 12 Nivel de confianza	83
Tabla 13 Muestra seleccionada a analizar	84
Tabla 14 Coeficiente de validez de formato 1 por juicio de experto	86
Tabla 15 Categoría y intervalo de validez	87
Tabla 16 Principios de las herramientas lean construction usados para el análisis de los datos.	87
Tabla 17 Productividad inicial (P inicial) de la partida trazo y replanteo para ubs	95
Tabla 18 Productividad 1 real (P1real) de la partida trazo y replanteo para ubs.	96
Tabla 19 Productividad 2 real (P2real) de la partida trazo y replanteo para ubs.	167
Tabla 20 Cuadro comparativo de resumen de resultados de productividad.	212
Tabla 21 Frecuencia de mejoramiento total de productividad.....	213
Tabla 22 Cuadro comparativo de resumen de resultados de cantidad de mano de obra.	213
Tabla 23 Frecuencia de optimización de cantidad de mano de obra por UBS.	213
Tabla 24 Cuadro comparativo de resumen de resultados de costo de mano de obra.....	214
Tabla 25 Frecuencia de optimización de cantidad de mano de obra por UBS.	214
Tabla 26 Resultados de productividad del proyecto C, para la inserción de datos al programa SPSS.....	217
Tabla 27 Estadística para nuestras relacionadas (productividad 1 real y productividad 2 real).	217
Tabla 28 Prueba de rangos son signo de Wilcoxon de (productividad 1 real y productividad 2 real).	218
Tabla 29 Estadísticos de Wilcoxon de (productividad 1 real y productividad 2 real).	218
Tabla 30 P-valor para la hipótesis 1.....	218
Tabla 31 Resultados de cantidad de mano de obra empleadas para la construcción de UBS del proyecto C.....	220
Tabla 32 Estadística para nuestras relacionadas (cantidad 1 y cantidad 2).	220
Tabla 33 Prueba de rangos son signo de Wilcoxon de (cantidad 1 y cantidad 2).....	221

Tabla 34 Estadísticos de Wilcoxon de (cantidad 1 real y cantidad2 real).	221
Tabla 35 P-valor para la hipótesis 2.....	221
Tabla 36 Resultados de costo de mano de obra para la construcción de UBS del proyecto C.	223
Tabla 37 Estadística para nuestras relacionadas (costo 1 y costo 2).....	223
Tabla 38 Prueba de rangos son signo de Wilcoxon de (costo 1 y costo 2).....	224
Tabla 39 Estadísticos de Wilcoxon de (costo 1 y costo 2).	224
Tabla 40	224
Tabla 41 Datos de producción 1 real de la partida trazo y replanteo para ubs.	231
Tabla 42 Datos de producción 1 real de la partida excavación para cimiento.....	231
Tabla 43 Datos de producción 1 real de la partida eliminación de material excedente.	232
Tabla 44 Datos de producción 1 real de la partida vaciado de cimiento corrido.....	232
Tabla 45 Datos de producción 1 real de la partida encofrado y desencofrado para sobrecimiento.....	233
Tabla 46 Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.	233
Tabla 47 Datos de producción 1 real de la partida asentado de muro caravista.	234
Tabla 48 Datos de producción 1 real de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.	234
Tabla 49 Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto para dintel.....	235
Tabla 50 Datos de producción 1 real de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.....	235
Tabla 51 Datos de producción 1 real de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.....	236
Tabla 52 Datos de producción 1 real de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.....	236
Tabla 53 Datos de producción 1 real de la partida instalación de aparatos sanitarios.	237
Tabla 54 Datos de producción 1 real de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.	237
Tabla 55 Datos de producción 1 real de la partida salida de tomacorriente bipolar simple. .	237
Tabla 56 Datos de producción 1 real de la partida instalación de puerta y ventana.	238
Tabla 57 Datos de producción 1 real de la partida instalación de techo.....	238
Tabla 58 Datos de producción 1 real de la partida excavación para lavatorio.	239
Tabla 59 Datos de producción 1 real de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.	239
Tabla 60 Datos de producción 1 real de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.	240
Tabla 61 Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto F'c=175kg/cm2.....	240
Tabla 62 Datos de producción 1 real de la partida tarrajeo en interior en ubs.	240
Tabla 63 Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto para piso.	241
Tabla 64 Datos de producción 1 real de la partida pintura en muros interiores.	241

Tabla 65 Datos de producción 1 real de la partida excavación para biodigestor.....	242
Tabla 66 Datos de producción 1 real de la partida nivelado y compactado.	242
Tabla 67 Datos de producción 1 real de la partida relleno con material propio.	242
Tabla 68 Datos de producción 1 real de la partida instalación de biodigestor.	243
Tabla 69 Datos de producción 1 real de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.....	243
Tabla 70 Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto para caja de lodos. .	244
Tabla 71 Datos de producción 1 real de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.....	244
Tabla 72 Datos de producción 1 real de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.	245
Tabla 73 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida trazo y replanteo para ubs.	246
Tabla 74 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida excavación para cimiento.....	246
Tabla 75 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida eliminación de material excedente.....	247
Tabla 76 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida vaciado de cimiento corrido.	247
Tabla 77 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida encofrado y desencofrado para sobrecimiento.....	247
Tabla 78 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.....	248
Tabla 79 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida asentado de muro caravista.	248
Tabla 80 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.	249
Tabla 81 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida vaciado de concreto para dintel.	249
Tabla 82 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.	249
Tabla 83 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.	250
Tabla 84 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.....	250
Tabla 85 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida instalación de aparatos sanitarios.	251
Tabla 86 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.....	251
Tabla 87 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.....	252

Tabla 88 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida instalación de puerta y ventana.....	252
Tabla 89 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida instalación de techo.....	252
Tabla 90 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida excavación para lavatorio.....	253
Tabla 91 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida habilitación de hacer para estructura de lavatorio.....	253
Tabla 92 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.....	254
Tabla 93 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida vaciado de concreto F'c=175kg/cm2.....	254
Tabla 94 Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida tarrajeo en interior en ubs.....	254
Tabla 95 Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto para piso.....	255
Tabla 96 Datos de producción 1 real de la partida pintura en muros interiores.....	255
Tabla 97 Datos de producción 1 real de la partida excavación para biodigestor.....	256
Tabla 98 Datos de producción 1 real de la partida nivelado y compactado.....	256
Tabla 99 Datos de producción 1 real de la partida relleno con material propio.....	256
Tabla 100 Datos de producción 1 real de la partida instalación de biodigestor.....	257
Tabla 101 Datos de producción 1 real de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.....	257
Tabla 102 Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.....	258
Tabla 103 Datos de producción 1 real de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.....	258
Tabla 104 Datos de producción 1 real de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.....	259
Tabla 105 Datos de producción 2real de la partida trazo y replanteo para UBS.....	260
Tabla 106 Datos de producción 2real de la partida excavación para cimiento.....	260
Tabla 107 Datos de producción 2real de la partida eliminación de material excedente.....	260
Tabla 108 Datos de producción 2real de la partida vaciado de cimiento corrido.....	261
Tabla 109 Datos de producción 2real de la partida encofrado y desencofrado para sobrecimiento.....	261
Tabla 110 Datos de producción 2real de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.....	262
Tabla 111 Datos de producción 2real de la partida asentado de muro caravista.....	262
Tabla 112 Datos de producción 2real de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.....	263
Tabla 113 Datos de producción 2real de la partida vaciado de concreto para dintel.....	263
Tabla 114 Datos de producción 2real de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.....	263

Tabla 115 Datos de producción 2real de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.....	264
Tabla 116 Datos de producción 2real de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.....	264
Tabla 117 Datos de producción 2real de la partida instalación de aparatos sanitarios.....	265
Tabla 118 Datos de producción 2real de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.....	265
Tabla 119 Datos de producción 2real de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.	266
Tabla 120 Datos de producción 2real de la partida instalación de puerta y ventana.....	266
Tabla 121 Datos de producción 2real de la partida instalación de techo.....	266
Tabla 122 Datos de producción 2real de la partida excavación para lavatorio.....	267
Tabla 123 Datos de producción 2real de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.....	267
Tabla 124 Datos de producción 2real de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.....	268
Tabla 125 Datos de producción 2real de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.....	268
Tabla 126 Datos de producción 2real de la partida tarrajeo en interior en ubs.....	268
Tabla 127 Datos de producción 2real de la partida vaciado de concreto para piso.....	269
Tabla 128 Datos de producción 2real de la partida pintura en muros interiores.....	269
Tabla 129 Datos de producción 2real de la partida excavación para biodigestor.....	270
Tabla 130 Datos de producción 2real de la partida nivelado y compactado.....	270
Tabla 131 Datos de producción 2real de la partida relleno con material propio.....	271
Tabla 132 Datos de producción 2real de la partida instalación de biodigestor.....	271
Tabla 133 Datos de producción 2real de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.....	271
Tabla 134 Datos de producción 2real de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.	272
Tabla 135 Datos de producción 2real de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.....	273
Tabla 136 Datos de producción 2real de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.....	273

Índice de Figuras

Figura 1. Producto bruto interno (PBI) sector construcción 2014-2019, (INEI, 2019).....	30
Figura 2. Tipos de productividad. (Serpell A. , 1993).	39
Figura 3. Muestreo del trabajo en diferentes países de Sudamérica. (Serpell A. , 1993).	41
Figura 4. Ciclo de la productividad. (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 58).	44
Figura 5. Factores que influyen en la productividad de obras civiles. (Serpell B. , 2002)	44
Figura 6. Factores que la afectan. (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 92).	45
Figura 7. Factores que afectan la productividad. (Serpell B. , 2002).	45
Figura 8. Técnicas de mejoramiento de la productividad. (Rodrigues & Valdez, 2012, págs. 64, 66)	46
Figura 9. Pilares de TPS.....	50
Figura 10. Administración de operaciones de la casa Toyota.	51
Figura 11. Nuevo modelo de producción. (Koskela, 1992).	55
Figura 12. Comparación de modelos de producción. (Koskela, 1992).	56
Figura 13. Enfoque de distintas filosofías de optimización de la producción. (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 89).	57
Figura 14. Actividades de construcción flujo y procesos de conversión.	59
Figura 15. Niveles de lean construction. (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 90).	60
Figura 16. Ubicación de proyectos en estudio. Fuente propia.	72
Figura 17. Maqueta de UBS del proyecto “B”. Fuente propia	73
Figura 18. Presupuesto de los proyectos en estudio. Fuente propia.	75
Figura 19. Plazo de ejecución de los proyectos en estudio, en días calendarios. Fuente propia.	75
Figura 20. Procedimiento para la recolección y análisis de datos. Fuente propia.	89
Figura 21. Índice de productividad de la partida trazo y replanteo.	96
Figura 22.- Comparativo de productividad de primer análisis de la partida trazo y replanteo.	97
Figura 23. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida excavación para cimiento.....	97
Figura 24. Índice de productividad de la partida excavación para cimiento.	98
Figura 25. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida eliminación de material excedente.	98
Figura 26. Índice de productividad de la partida eliminación de material excedente.....	99
Figura 27. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de cemento corrido.....	99
Figura 28. Índice de productividad de la partida vaciado de cemento corrido.....	100

Figura 29. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento.....	100
Figura 30. Índice de productividad de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento.	100
Figura 31. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.....	101
Figura 32. Índice de productividad de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento...	101
Figura 33. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida asentado de muro caravista.	101
Figura 34. Índice de productividad de la partida asentado de muro caravista.	102
Figura 35. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.	102
Figura 36. Índice de productividad de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.	103
Figura 37. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de concreto para dintel.....	103
Figura 38. Índice de productividad de la partida vaciado de concreto para dintel.	103
Figura 39. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.	104
Figura 40. Índice de productividad de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.....	104
Figura 41. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.....	105
Figura 42. Índice de productividad de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.	105
Figura 43. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida suministro e instalación de ducha.....	106
Figura 44. Índice de productividad de la partida suministro e instalación de ducha.	106
Figura 45. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de aparatos sanitarios.....	106
Figura 46. Índice de productividad de la partida instalación de aparatos sanitarios.....	107
Figura 47. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.....	107
Figura 48. Índice de productividad de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.	108
Figura 49. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.	108
Figura 50. Índice de productividad de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.	109
Figura 51. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de puerta y ventana.	109
Figura 52. Índice de productividad de la partida instalación de puerta y ventana.	110

Figura 53. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de techo.	110
Figura 54. Índice de productividad de la partida instalación de techo.....	111
Figura 55. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida excavación para lavatorio.	111
Figura 56. Índice de productividad de la partida excavación para lavatorio.	111
Figura 57. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.	112
Figura 58. Índice de productividad de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.	112
Figura 59. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.	112
Figura 60. Índice de productividad de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio. .	113
Figura 61. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de concreto F'c=175kg/cm2.....	113
Figura 62. Índice de productividad de la partida vaciado de concreto F'c=175kg/cm2.....	114
Figura 63. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida tarrajeo en interior en UBS.	114
Figura 64. Índice de productividad de la partida tarrajeo en interior en UBS.	114
Figura 65. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de concreto para piso.	115
Figura 66. Índice de productividad de la partida vaciado de concreto para piso.	115
Figura 67. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida pintura en muros interiores.	116
Figura 68. Índice de productividad de la partida pintura en muros interiores.	116
Figura 69. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida excavación para biodigestor.....	116
Figura 70. Índice de productividad de la partida excavación para biodigestor.	117
Figura 71. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida nivelado y compactado.	117
Figura 72. Índice de productividad de la partida nivelado y compactado.	118
Figura 73. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida relleno con material propio.	118
Figura 74. Índice de productividad de la partida relleno con material propio.	118
Figura 75. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de biodigestor.....	119
Figura 76. Índice de productividad de la partida instalación de biodigestor.	119
Figura 77. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.	120
Figura 78. Índice de productividad de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.	120

Figura 79. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.....	120
Figura 80. Índice de productividad de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.....	121
Figura 81. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.....	121
Figura 82. Índice de productividad de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.....	122
Figura 83. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.....	122
Figura 84. Índice de productividad de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.....	122
Figura 85. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida trazo y replanteo para UBS.....	123
Figura 86. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida trazo y replanteo para UBS.....	123
Figura 87. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida excavación para cimiento.....	124
Figura 88. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida excavación para cimiento.....	124
Figura 89. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida eliminación de material excedente.....	125
Figura 90. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida eliminación de material excedente.....	125
Figura 91. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de cimiento corrido.....	126
Figura 92. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de cimiento corrido.....	126
Figura 93. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento.....	127
Figura 94. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento.....	127
Figura 95. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.....	128
Figura 96. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.....	128
Figura 97. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida asentado de muro caravista.....	129
Figura 98. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida asentado de muro caravista.....	129
Figura 99. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.....	130

Figura 100. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.	130
Figura 101. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de concreto para dintel.....	131
Figura 102. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de concreto para dintel.....	131
Figura 103. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.	132
Figura 104. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.	132
Figura 105. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.....	133
Figura 106. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.....	133
Figura 107. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.	134
Figura 108. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.	134
Figura 109. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de aparatos sanitarios.....	135
Figura 110. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de aparatos sanitarios.....	135
Figura 111. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.	136
Figura 112. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.	136
Figura 113. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.	137
Figura 114. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.	137
Figura 115. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de puerta y ventana.	138
Figura 116. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de puerta y ventana.	138
Figura 117. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de techo.....	139
Figura 118. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de techo.....	139
Figura 119. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida excavación para lavatorio.	140

Figura 120. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida excavación para cimiento.....	140
Figura 121. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.	141
Figura 122. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.	141
Figura 123. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.	142
Figura 124. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.	142
Figura 125. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$	143
Figura 126. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$	143
Figura 127. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida tarrajeo en interior en UBS.	144
Figura 128. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida tarrajeo en interior en UBS.	144
Figura 129. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de concreto para piso.	145
Figura 130. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de concreto para piso.	145
Figura 131. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida pintura en muros interiores.	146
Figura 132. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida pintura en muros interiores.	146
Figura 133. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida excavación para biodigestor.....	147
Figura 134. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida excavación para biodigestor.....	147
Figura 135. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida nivelado y compactado.	148
Figura 136. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida nivelado y compactado.	148
Figura 137. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida relleno con material propio	149
Figura 138. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida relleno con material propio	149
Figura 139. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de biodigestor.....	150

Figura 140. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de biodigestor.....	150
Figura 141. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.	151
Figura 142. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.	151
Figura 143. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.....	152
Figura 144. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.	152
Figura 145. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.....	153
Figura 146. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.....	153
Figura 147. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.....	154
Figura 148. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.....	154
Figura 149. Sectorización de los 1882 und de UBS del proyecto C en 3 sectores.	156
Figura 150.- Estructura de descomposición de trabajo para la construcción de unidades básicas de saneamiento.	157
Figura 151.- Análisis de cuadrillas de Last planner system.....	158
Figura 152.- Tren de actividades de Last Planner System.....	160
Figura 153.- Plan maestro del sector 1 de Last planner system.....	161
Figura 154.- Plan maestro del sector 2 de Last planner system.....	162
Figura 155.- Plan maestro del sector 3 de Last planner system.....	163
Figura 156.- Curva de porcentaje de plan cumplido de Last planner system	164
Figura 157.- Causas de no cumplimiento de Last planner system.....	165
Figura 158. Reunión semanal.	166
Figura 159. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida trazo y replanteo para UBS del proyecto C	167
Figura 160.Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida trazo y replanteo para UBS del proyecto C.	168
Figura 161.- Comparativo de costo unitario para la partida trazo y replanteo para UBS del proyecto C.....	168
Figura 162. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida excavación para cimiento del proyecto C.....	169
Figura 163. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida excavación para cimiento del proyecto C.	169
Figura 164. Comparativo de costo unitario para la partida excavación para cimiento del proyecto C.....	170

Figura 165. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida eliminación de material excedente del proyecto C.....	170
Figura 166. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida eliminación de material excedente del proyecto C.	171
Figura 167. Comparativo de costo unitario para la partida eliminación de material excedente del proyecto C.....	171
Figura 168. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de cemento corrido del proyecto C.	172
Figura 169. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciando de cemento corrido del proyecto C.	172
Figura 170. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de cemento corrido del proyecto C.....	173
Figura 171. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento del proyecto C.	173
Figura 172. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento del proyecto C.	173
Figura 173. Comparativo de costo unitario para la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento del proyecto C.	174
Figura 174. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento del proyecto C.....	174
Figura 175. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciado de concreto para sobrecimiento del proyecto C.....	175
Figura 176. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de concreto para sobrecimiento del proyecto C.	175
Figura 177. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida asentado de muro caravista del proyecto C.	176
Figura 178. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida asentado de muro caravista del proyecto C.	176
Figura 179. Comparativo de costo unitario para la partida asentado de muro caravista del proyecto C.....	177
Figura 180. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel del proyecto C.....	177
Figura 181. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida encofrado y desencofrado para viga dintel del proyecto C.....	178
Figura 182. Comparativo de costo unitario para la partida encofrado y desencofrado para viga dintel del proyecto C.....	178
Figura 183. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de concreto para dintel del proyecto C.	179
Figura 184. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciado de concreto para dintel del proyecto C.	179

Figura 185. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de concreto para dintel del proyecto C.....	180
Figura 186. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe del proyecto C.....	180
Figura 187. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe proyecto C.....	181
Figura 188. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe del proyecto C.....	181
Figura 189. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua del proyecto C.....	181
Figura 190. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de tuberías y accesorios para agua proyecto C.....	182
Figura 191. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de tuberías y accesorios para agua del proyecto C.....	182
Figura 192. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha del proyecto C.....	183
Figura 193. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida suministro e instalación de accesorios de ducha del proyecto C.....	183
Figura 194. Comparativo de costo unitario para la partida suministro e instalación de accesorios de ducha del proyecto C.....	184
Figura 195. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de aparatos sanitarios del proyecto C.....	184
Figura 196. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de aparatos sanitarios del proyecto C.....	185
Figura 197. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de aparatos sanitarios del proyecto C.....	185
Figura 198. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de luz en techo incluye cableado del proyecto C.....	186
Figura 199. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de luz en techo incluye cableado del proyecto C.....	186
Figura 200. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de luz en techo incluye cableado del proyecto C.....	186
Figura 201. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida salida de tomacorriente bipolar simple del proyecto C.....	187
Figura 202. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida salida de tomacorriente bipolar simple del proyecto C.....	187
Figura 203. Comparativo de costo unitario para la partida salida de tomacorriente bipolar simple del proyecto C.....	188
Figura 204. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de puerta y ventana del proyecto C.....	188

Figura 205. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de puerta y ventana del proyecto C.....	189
Figura 206. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de puerta y ventana del proyecto C.....	189
Figura 207. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de techo del proyecto C.	189
Figura 208. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de techo del proyecto C.....	190
Figura 209. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de techo del proyecto C.	190
Figura 210. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida excavación para lavatorio del proyecto C.....	191
Figura 211. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida excavación para lavatorio del proyecto C.....	191
Figura 212. Comparativo de costo unitario para la partida excavación para lavatorio del proyecto C.....	191
Figura 213. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio del proyecto C.....	192
Figura 214. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio del proyecto C.	192
Figura 215. Comparativo de costo unitario para la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio del proyecto C.	193
Figura 216. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio del proyecto C.....	193
Figura 217. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida encofrado y desencofrado para lavatorio del proyecto C.....	194
Figura 218. Comparativo de costo unitario para la partida encofrado y desencofrado para lavatorio del proyecto C.....	194
Figura 219. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg}/\text{cm}^2$ del proyecto C.....	195
Figura 220. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg}/\text{cm}^2$ del proyecto C.....	195
Figura 221. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg}/\text{cm}^2$ del proyecto C.	196
Figura 222. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida tarrajeo en interior en UBS del proyecto C.....	196
Figura 223. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida tarrajeo en interior en UBS del proyecto C.....	197
Figura 224. Comparativo de costo unitario para la partida tarrajeo en interior en UBS cm^2 del proyecto C.....	197

Figura 225. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de concreto para piso del proyecto C.....	198
Figura 226. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciado de concreto para piso del proyecto C.....	198
Figura 227. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de concreto para piso del proyecto C.....	199
Figura 228. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida pintura en muros interiores del proyecto C.....	199
Figura 229. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida pintura en muros interiores del proyecto C.....	199
Figura 230. Comparativo de costo unitario para la partida pintura en muros interiores del proyecto C.....	200
Figura 231. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida excavación para biodigestor del proyecto C.....	200
Figura 232. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida excavación para biodigestor del proyecto C.....	201
Figura 233. Comparativo de costo unitario para la partida excavación para biodigestor del proyecto C.....	201
Figura 234. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida nivelado y compactado del proyecto C.....	202
Figura 235. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida nivelado y compactado del proyecto C.....	202
Figura 236. Comparativo de costo unitario para la partida nivelado y compactado del proyecto C.....	202
Figura 237. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida relleno con material propio del proyecto C.....	203
Figura 238. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida relleno con material del proyecto C.....	203
Figura 239. Comparativo de costo unitario para la partida relleno con material del proyecto C.....	204
Figura 240. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de biodigestor del proyecto C.....	204
Figura 241. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de biodigestor del proyecto C.....	205
Figura 242. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de biodigestor del proyecto C.....	205
Figura 243. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos del proyecto C.....	206
Figura 244. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos del proyecto C.....	206

Figura 245. Comparativo de costo unitario para la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos del proyecto C.....	207
Figura 246. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de concreto para caja de lodos del proyecto C.	207
Figura 247. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciado de concreto para caja de lodos del proyecto C.	208
Figura 248. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de concreto para caja de lodos del proyecto C.	208
Figura 249. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos del proyecto C.	209
Figura 250. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos del proyecto C.	209
Figura 251. Comparativo de costo unitario para la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos del proyecto C.	210
Figura 252. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración del proyecto C.	210
Figura 253. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración del proyecto C.	211
Figura 254. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración del proyecto C.	211
Figura 255. Porcentajes de plan cumplido de Last planner system por semanas	282

Índice de Anexos

Anexo A. Recolección de datos de producción sin la aplicación de lean construction n los proyectos A, B y C.	231
Anexo B. Índice de productividad sin la aplicación de lean construction de los proyectos A, B y C.....	246
Anexo C. Recolección de datos de producción con la aplicación de lean construction en el proyecto C.....	260
Anexo D Validación de Instrumento.....	274
Anexo E Resultados de la aplicación de Carta Balance.	281
Anexo F. Resultados de la implementación de Last Planner System.	282
Anexo G Presupuesto y análisis de costos unitarios de proyecto C – productividad inicial, (Expediente técnico).	283
Anexo H Presupuesto y análisis de costos unitarios de proyecto C – productividad 1 real, (Sin la aplicación de lean construction).	284
Anexo I Presupuesto y análisis de costos unitarios de proyecto C – productividad 2 real, (Con la aplicación de lean construction).	285
Anexo J Análisis de costos unitarios de los expedientes técnicos de los proyectos A, B y C.....	286
Anexo K Panel Fotográfico.	287

Símbolos Usados

LPS	: Last planner System
UBS	: Unidad básica de saneamiento
P inicial	: Productividad del expediente tecnico
P 1real	: Productividad real 1(tradicional) sin la aplicacion de lean construction.
P 2real	: Productividad real 2con la aplicacion de lean construction.
HH inicial	: Cantidad de mano de obra del expediente tecnico
HH 1	: Cantidad de mano de obra 1 empleado de forma tradicional sin la aplicacion de lean construction.
HH 2	: Cantidad de mano de obra 2 empleado con la aplicacion de lean construction.
C inicial	: Costo de mano de obra del expediente tecnico
C 1 S/.	: Costo de mano de obra 1, sin la aplicacion de lean construction.
C 2 S/.	: Costode mano de obra 2, con la aplicacion de lean construction.
PPC	: Porcentaje de plan cumplido
SNIP	: Sistema nacional de inversion publica
LP	: Licitacion publica
Ho	: Hipótesis Nula
Ha	: Hipótesis Alterna

Resumen

La presente tesis se desarrolló en proyectos que se ejecutaron en departamento de Puno escogiendo proyectos dentro de los periodos 2017 al 2019, las mismas que fueron ejecutadas en la modalidad de administración indirecta a precios unitarios por la empresa SICMA S.A.C.; cabe mencionar que el problema que se identificó fue la baja productividad en la construcción de unidades básicas de saneamiento, por ende, el objetivo principal del presente proyecto de investigación fue mejorar la productividad en la ejecución de unidades básicas de saneamiento, aplicando Lean Construction. Para lo cual se utilizó el método científico, tipo de investigación aplicada de nivel descriptivo y diseño experimental; para determinar el estado actual de la productividad se utilizó como instrumento el formatos de recolección de datos (validados por un estadista) y para el mejoramiento de la productividad se utilizó como instrumento de investigación las herramientas carta balance y last planner system (dimensionamiento de cuadrillas, tren de actividades, plan maestro y porcentaje de plan cumplido). Para lo cual como resultado se logró obtener que sin la aplicación lean construction el índice de productividad es menor que uno ($IP < 1$) y con la aplicación de lean construction la mejora es mayor que uno ($IP > 1$), por ende, se concluyó que la aplicación de lean construction mejora la productividad en la construcción de unidades básicas de saneamiento.

Palabras clave: Lean construction, productividad y unidades básicas de saneamiento.

Abstract

This thesis was developed in projects that were executed in the department of Puno choosing projects within the periods 2017 to 2019, the same that were executed in the indirect administration modality at unit prices by the company SICMA S.A.C .; It is worth mentioning that the problem identified was the low productivity in the construction of basic sanitation units, therefore, the main objective of this research project was to improve productivity in the execution of basic sanitation units, applying Lean Construction. For which the scientific method was used, a type of applied research of a descriptive level and experimental design; To determine the current state of productivity, the data collection formats (validated by a statistician) were used as an instrument and for the improvement of productivity, the tools chart balance and last planner system (dimensioning of crews, train of activities, master plan and percentage of plan accomplished). For which, as a result, it was possible to obtain that without the lean construction application the productivity index is less than one ($IP < 1$) and with the lean construction application the improvement is greater than one ($IP > 1$), therefore, concluded that the application of lean construction improves productivity in the construction of basic sanitation units.

Key words: Lean construction, productivity and basic sanitation unit.

Capítulo I

El Problema

1.1. Identificación del Problema

En el Perú las inversiones dentro del ámbito de énfasis social tiene como objetivo prioritario el mejorar el acceso de la población a los servicios públicos de agua y saneamiento por lo que a través del ministerio de vivienda construcción y saneamiento lo viene realizado sin embargo al 31 de julio del 2018, 88 obras de agua y saneamiento se encuentran paralizadas, esto debido a que 49% es por causas de deficiencia de expediente técnico, 29% incumplimiento contractual por parte del contratista, 15% deficiencia administrativa de la unidad ejecutora y 7% por conflictos sociales; de lo mencionado el 3.41% se presenta en la región de Puno, adicional a esto se tiene que lidiar con la planificación tradicional que se acostumbra en la región, tomando criterios de rendimientos irreales con una alta variabilidad de incertidumbre que se podría presentar a lo largo de la ejecución, por lo que podríamos decir que sería el primer fallo para que un proyecto concluya con todo lo establecido en las metas de un expediente técnico. (Ministerio de Vivivenda, 2019)

Otro indicador de importancia surge por el crecimiento que viene experimentando el sector de la construcción en los sectores de la economía peruana en función del producto bruto interno (PBI), ya que cuando aumenta la producción en el sector de la construcción, aumentan factores del producto bruto interno (PBI) así como también el comercio sube. Este crecimiento se ha producido porque en los últimos años el gobierno ha venido impulsando el crecimiento del sector de la construcción a través de inversiones en infraestructura, lo que convierte en un incidente de gran importancia; “El sector construcción registró un aumento de 1.18% en octubre del 2019, ante el aumento del consumo interno de cemento en 6.14%, y el decrecimiento del avance físico de obras en -9.55%.” (INEI, 2019).

PERÚ: Evolución Mensual de la Actividad del Sector Construcción (PBI de Construcción): 2014 - 2019

Variación porcentual mensual

AL 15 DE DICIEMBRE 2019

El Índice Mensual de la Actividad en el Sector Construcción (PBI de Construcción), mide el dinamismo de sus actividades. El Sector Construcción, participa con el 5.6% del índice de la Producción Nacional. La información sobre la actividad constructora tiene una cobertura nacional y el cálculo se realiza mensualmente. La estimación oficial la publica el INEI con 45 días (mes y medio) de retraso.

Variación porcentual (%) respecto a igual mes del año anterior												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2019	4.58%	0.90%	-0.23%	5.77%	8.73%	13.63%	0.76%	4.53%	3.84%	1.18%		
2018	7.84%	7.92%	0.03%	10.55%	9.92%	2.24%	5.03%	-0.09%	-2.90%	8.71%	13.54%	4.58%
2017	-5.26%	-6.89%	-3.81%	-8.00%	-3.91%	3.49%	3.80%	4.78%	8.94%	14.25%	5.33%	6.62%
2016	-2.67%	5.37%	3.45%	1.36%	5.55%	-3.78%	-7.53%	1.33%	-3.81%	-16.51%	-8.69%	-4.19%
2015	-2.98%	-9.88%	-7.75%	-8.57%	-13.56%	-3.15%	-6.69%	-8.12%	-4.87%	-1.26%	-6.57%	0.08%
2014	3.20%	9.78%	3.06%	-8.89%	4.75%	3.13%	-6.02%	-3.73%	6.93%	-3.18%	3.68%	4.98%

↑ Producción Subió ↓ Producción Bajó = Producción no Varió

Figura 1. Producto bruto interno (PBI) sector construcción 2014-2019, (INEI, 2019)

Por otro lado, (Hinojosa Gutiérrez & Manosalva Montesinos, 2015, pág. 2) indican que “El sector de la construcción siempre ha sido asociado a un mal desempeño. En general la percepción es que la construcción es un sector de baja productividad (...)” la variabilidad en la construcción suele ser predecible, algunos ejemplos son: avería de los equipos por falta de mantenimiento, retrabajos, falta de materiales por la falta de la gestión logística en plena ejecución de las obras. Sin embargo, aunque son predecibles, es común que se produzcan durante la ejecución de los proyectos lo que muchas veces se debe a una mala planificación, monitoreo y control de los proyectos que terminan perjudicando a los clientes con el plazo de entrega.

Es por ello el interés de mejorar la productividad a través de la aplicación de lean construction para la construcción de unidades básicas de saneamiento la cual necesita un nuevo enfoque de productividad para adquirir capacidad para reducir y eliminar aquellas actividades que no agregan valor y optimizar aquellas actividades que, si lo hacen.

Ante esta situación problemática, se generan interrogantes las cuales son plasmadas en problemas generales y específicos las cuales se muestran a continuación:

1.1.1. Problema General.

¿Con la aplicación de las herramientas de lean construction se podrá mejorar la productividad de los proyectos de saneamiento básico rural ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C. durante los periodos 2017 - 2019?

1.1.2. Problemas Específicos.

PE1 ¿Será posible determinar la productividad real antes y después de la aplicación de las herramientas lean construction, para los proyectos de saneamiento básico rural ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C.?

PE2 ¿Con la aplicación de las herramientas carta balance y last planner system se podrá optimizar la cantidad de mano de obra de los proyectos de saneamiento básico rural ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C.?

PE3 ¿Se podrá determinar el costo unitario de mano de obra antes y después de la aplicación de las herramientas carta balance y last planner system para los proyectos de saneamiento básico rural ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C.?

1.2. Justificación

El presente proyecto de investigación se justifica en la aplicación de lean construction en la etapa de ejecución de unidades básicas de saneamiento de proyectos de saneamiento básico rural. Puesto que en la actualidad existe la aplicación de esta herramienta en varios proyectos de edificaciones ya que es ahí donde se logran alcanzar altos resultados significativos las mismas que la desarrollan algunas empresas reconocidas en el Perú, así como también en el ámbito internacional, y no sería la excepción la aplicación en proyectos de saneamiento básico rural que se ejecutan en la región de Puno.

Con la ejecución del presente proyecto de investigación se busca obtener el grado académico de Ingeniero Civil; para ello se busca la solución al problema de baja productividad que carecen las empresas en la región de Puno en la ejecución de proyectos de saneamiento básico rural, para lo cual se desarrolla la aplicación de Lean construction, las cuales permitirán promover un proceso constructivo adecuado optimizando recursos de mano de obra y a su vez la reducción de sobre costos generados por la incertidumbre que no prevé la planificación

tradicional, se hará un aporte generando un complemento y soporte a los cronogramas de ejecución de obra contractual.

De lo expuesto, el presente proyecto de investigación contribuirá a posibles investigaciones futuras, planteando metodologías de lean construction para el mejoramiento de la productividad en la construcción de unidades básicas de saneamiento, dejando un estándar de productividad en relación a rendimientos de mano obra para proyectos de saneamiento básico rural ejecutados en la región de Puno.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Mejorar la productividad con la aplicación de las herramientas lean construction para los proyectos de saneamiento básico rural ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C. durante los periodos 2017 - 2019.

1.3.2. Objetivos específicos.

OE1 Determinar la productividad real antes y después de la aplicación de las herramientas lean construction, para los proyectos de saneamiento básico rural ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C.

OE2 Optimizar la cantidad de mano de obra con la aplicación de las herramientas carta balance y last planner system para los proyectos de saneamiento básico rural ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C.

OE3 Determinar el costo unitario de mano de obra antes y después de la aplicación de las herramientas carta balance y last planner sysmtem para los proyectos de saneamiento básico rural ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Revisión de Literatura

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Según (L. Dias, M. de Olivera, P. Pucharelli y J. Pinzon, 2018) cuyo artículo publicado por la Universidad Estatal de Campinas-Brasil de título de investigación “Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la construcción civil” en la cual señalan que la alta (L. Dias, M. de Olivera, P. Pucharelli y J. Pinzon, 2018) competitividad que existente en sector de la construcción civil junto con el alto nivel de exigencias de los clientes, han llevado a las empresas a explorar e implementar mejoras en los procesos de producción para garantizar el cumplimiento de los plazos y calidad establecidos de los productos. De este modo, un gran número de empresas constructoras han adherido programas de mejoras en los procesos de construcción, siendo algunos de ellos, la implementación y certificación del sistema de gestión de calidad (SGQ), así como la estructuración del sistema de planificación y control de la producción Last Planner (LPS). Para lo cual plantean como objetivo analizar la integración del LPS y el método de mejora continua del SGQ en una obra de Colombia que ya ha implementado estos sistemas. Inicialmente realizando un análisis de los sistemas en la obra, para así, conocer los resultados de la implementación de estos sistemas. Luego, fueron entrevistados ingenieros gestores de los sistemas en la empresa donde se identificaron los puntos negativos y positivos de la integración. Con este estudio concluyeron que la integración de los sistemas trae mejoras significativas en la calidad, tiempo y costo establecido.

Según la tesis de los autores (Villamizar Roa & Ortiz Contreras, 2016), realizaron la investigación “Implementación de los principios de Lean Construction en la constructora Colproyectos S.A.S. de un proyecto de vivienda en el Municipio de Villa del Rosario”, como proyecto de grado en la Universidad Industrial de Santander de Bucaramanga-Colombia. El objetivo de esta investigación fue implementar la metodología Lean Construction en la obra ARBORETTO que ejecutó la constructora Colproyectos S.A.S. aplicando el Last Planner System. Fue una investigación de tipo descriptiva, los instrumentos para la recolección de datos fueron: recopilación de información sobre la situación actual de la obra Arboretto, información

sobre trabajos realizados por la empresa constructora respecto a otras obras y también se recopiló información de internet y trabajos de grado. La información obtenida se analizó mediante Líneas de Balance, Porcentaje de Actividades cumplidas (PAC), toma de tiempos en obra con el fin de mejorar la producción en la obra Arboretto. Como resultados se muestra que durante los 4 meses de implementación de los principios Lean y el Last Planner System se obtuvo un promedio de: Trabajo Productivo (TP) = 54.5%, Trabajo contributorio (TC) = 31.90% y Trabajo no contributorio (TNC) = 11.50%, respecto al Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) los resultados fueron positivos mostrando en 8 de las 20 semanas de implementación un PAC de 100%, 11 de las 20 semanas un PAC entre valores de 84% a 99% de cumplimiento, y solo en 1 de las 20 semanas de implementación el PAC obtuvo un valor de 0%. La investigación concluye indicando que una buena coordinación de las actividades de todo el equipo de trabajo, y una continua comunicación entre ellos genera un ambiente positivo en la obra y consecuentemente mejora la productividad, concluye también indicando que dentro de la filosofía Lean Construction es importante realizar la retroalimentación con el fin de corregir problemas identificados, y que al reducir las actividades que no generan valor se puede mejorar las utilidades, indica también que llevar un control de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios en las actividades nos permite detectar en cuál de ellas se está perjudicando a la obra para poder tomar medidas correctivas.

Según la tesis del autor (Avalos, 2017), realizó la investigación “Aplicación de Lean Construction a través de la metodología Last Planner a proyectos de vivienda social de FUPROV”, como tesis de pregrado en el Instituto Tecnológico de Costa Rica de Costa Rica. Teniendo como objetivo la obtención de información biográfica acerca del Last Planner System para incrementar los conocimientos relacionados a él y realizar una aplicación piloto del Last Planner System en la construcción de un proyecto de FUPROVI. La metodología usada para esta investigación fue como punto inicial la recolección biográfica sobre Last Planner System, recolección de información de la situación actual de los proyectos del FUPROVI, luego se procedió a seleccionar y aplicar los conceptos del Last Planner System en dos proyectos de FUPROVI uno de ellos ejecutado por el modelo de contrato por mano de obra denominado La Colina y el otro por el modelo de contrato de llave en mano denominado La Reseda. Los resultados durante las 8 semanas en que se implementó el Last Planner System en el proyecto La Colina fueron un Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) promedio del 45% debido

en su totalidad a la falta de materiales, en el caso del proyecto La Reseda no se tuvo resultados por la falta de compromiso por parte del contratista a innovar en temas de planificación y producción. Como conclusiones de la investigación se tiene que la aplicación del Last Planner System fue positivo en el proyecto La Colina debido a que se pudo tener mayor participación en él y que el compromiso de los involucrados era bueno y mostraban predisposición al cambio, en el proyecto La Reseda no se pudo aplicar a cabalidad el Last Planner System debido a que el contratista no presentaba interés en cambiar su manera de trabajar.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Según la Tesis de (Rodríguez Hoyos , 2015), cuyo título de investigación es “Implementación del sistema de planificación Last Planner al proyecto Alpamarca 2000 TPD, Junín”, como tesis de pregrado en la Pontificia Universidad Católica de Santa María. El objetivo de esta investigación fue analizar, evaluar y mejorar la planificación mediante la implementación del sistema de planificación Last Planner al proyecto de construcción Alpamarca 2000 TPD en la que bajo la filosofía Lean Construction el autor define el proceso de producción como un flujo de información desde la materia prima hasta la entrega del producto final al cliente distinguiendo en este flujo las actividades de conversión que son las que agregan valor al producto y las actividades de flujo que no agregan valor al producto, ya que algunas son necesarias para el entregable final del producto, por lo que se busco optimizar las actividades de flujo ya sea reduciéndolas o eliminándolas. Dentro de los avances en el desarrollo de la nueva filosofía el autor ha implementado un nuevo modelo de planificación llamado Last Planner el cual fue desarrollado por el Ph.D. Glenn Ballard en su tesis doctoral The Last Planner System of production control (2000) que es una herramienta para controlar interdependencias entre procesos y reducir la variabilidad entre estos, introduciendo niveles de planificaciones intermedias y semanales, analizando y liberando las restricciones que impidan la ejecución de una actividad, haciendo seguimiento a lo planificado a través del porcentaje de actividades completadas (P.A.C.) y realizando una adecuada retroalimentación a través de las causas de no cumplimiento (C.N.C.) mejorando sustancialmente la planificación y el rendimiento de las actividades constructivas, haciendo a las empresas más competitivas.

Según el autor (Vilcapoma Romero, 2016) realizó la investigación Aplicación del sistema Last Planner y su influencia en la gestión operativa del proyecto “Mejoramiento y modificación

de la línea de carga de concentrado en el patio ferroviario de la Sociedad Minera el Brocal”, como tesis de pregrado en la Universidad Continental de Huancayo-Perú. El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia en la aplicación del Last Planner System en la gestión operativa del proyecto mencionado en el título de la tesis; la investigación fue de tipo tecnológica, el nivel de investigación fue explicativo, el diseño de la investigación fue experimental, las técnicas de recolección de datos fueron: informes semanales de producción (ISP) y reportes de planificación diaria, las técnicas de análisis de datos fueron: Porcentaje de plan cumplido (PPC), Histogramas, Diagramas de Pareto, Curvas de productividad, análisis de correlación de Pearson. Los resultados mostrados en esta investigación son prometedores, en cuanto a plazos, la meta del proyecto era terminar la ejecución sin atrasos (39 días), con la utilización del Last Planner System se pudo terminar la obra con atraso por un 25.64% más de días de lo previsto (49 días en total), mientras que si no se hubiese aplicado el Last Planner System se hubiese terminado con un 54.00% más de días de atraso, en cuanto a los márgenes de utilidad, aplicando el Last Planner System la empresa tuvo una utilidad del 145.53% del margen ofertado, mientras que si no se hubiese aplicado el Last Planner System la utilidad representaría el 72.00% del margen ofertado, en cuanto a productividad lo esperado era que fuera superior o igual a 1.50, aplicando el Last Planner System se obtuvo una productividad del 2.27, sin usar el sistema se hubiese adquirido una productividad de 1.33, el valor promedio del Porcentaje del Plan Cumplido fue de 58% con una línea de tendencia positiva. La investigación concluye indicando que la aplicación del Last Planner System influyó positiva y significativamente en la gestión operativa del proyecto, indica también que la aplicación del informe semanal de producción influyó positiva y significativamente ya que a lo largo del tiempo permitió disminuir hasta en un 20% el desperdicio de horas hombre.

Los autores (De la Cruz Fiesta & Neira Mendez, 2015) realizaron la investigación “Aplicación de la metodología Last Planner System en la cadena de suministros para la disminución de costos operativos en obras de edificación de mediana altura en el Distrito de Trujillo 2015”, como tesis de pregrado en la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo-Perú. El objetivo de esta investigación fue disminuir los costos operativos por lo menos un 5% en la construcción de edificios de mediana altura en Trujillo. El diseño de la investigación fue de una sola casilla por considerar que las variables tienen una relación causa efecto, los métodos usados fueron inductivo y deductivo, las técnicas usadas fueron entrevistas a

profundidad, información documentaria y juicio de expertos, se recolecto los datos mediante entrevistas, encuestas y recolección en campo. La investigación presenta como resultados una mejora hasta del 23.70% en la disminución de costos operativos en la cadena de suministros; concluye indicando que para que los flujos no paren se debe garantizar que tengamos todos los recursos a tiempo.

2.1.3. Antecedentes locales.

Según la tesis de (Cervantes, 2016), titulada “aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del estadio de la UNA – Puno”, en la que como objetivo se plantea formular la propuesta de planificación, programación, ejecución y control bajo el entorno de la filosofía de Lean Construction que fomente el desarrollo constructivo adecuado, posibilitando la optimización de los recursos para lo cual pone parámetros de medición referente a actividades reales que son: para Lima del año 2001 (TP = 28%, TC= 36% y TNC = 36%), Chile (TP = 66%, TC= 15% y TNC = 19%) y Colombia (TP = 55%, TC= 25% y TNC = 20%). Obteniendo como resultados finales porcentajes que están por encima de los resultados promedios obtenidos por lo que afirma que esos valores nos da un punto de referencia, que en nuestro medio la productividad en nuestras obras no son las óptimas, es por esa razón por la que necesitamos hacer un primer esfuerzo por demostrar que es posible mejorar el desempeño de los proyectos mediante el cambio de nuestra manera de pensar, finalmente recomienda implementar sistemas de gestión de productividad, con la distribución de horas hombre en toda la fases del proyecto ya que el no tener el control de esta quita un poco de confiabilidad a los controles de productividad que se manejan actualmente.

Según la tesis de (Pérez Apaza , 2019), titulada Aplicación de las herramientas lean construction para la mejora de la planificación en la ejecución de la obra “Creación del coliseo cultural polideportivo de la localidad de Putina, provincia de San Antonio de Putina”, en la que como tiene por objetivo demostrar que la aplicación de las herramientas Lean Construction mejora la planificación de la ejecución del coliseo cultural polideportivo de la ciudad de Putina-Puno, en la que aplicó las herramientas Lean Construction a la ejecución de los elementos estructurales verticales y horizontales en la fase de estructuras. Los instrumentos de recolección de datos se basan en las siguientes Herramientas Lean Construction: buffer de tiempo,

sectorización, 5 ¿Por qué?, Tren de Actividades, Last Planner System y Nivel General de Actividad. Se realiza una prueba de hipótesis para el Last Planner System y para el nivel general de actividades, observando que existen diferencias significativas en el periodo de intervención en el proyecto en relación al periodo sin intervención del mismo, se concluye que la aplicación de las herramientas Lean Construction mejoraron la planificación de la ejecución del proyecto, habiéndose logrado un incremento en el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) de 17%, un incremento de 6% en el Trabajo Productivo (TP), un incremento del 2% en el Trabajo Contributorio (TC) y una disminución del 8% en el Trabajo No Contributorio (TNC) durante el periodo con intervención al proyecto respecto al periodo sin intervención en el proyecto. Con lo implementado en esta etapa de la ejecución del coliseo se da un antecedente a profesionales y empresas del ámbito de la construcción para que puedan aplicar estas herramientas en sus siguientes proyectos.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Productividad

Según la revista (Bit, 2001), en el artículo “Índice de productividad en la construcción: Mito o Realidad, por productividad se entiende que es la relación entre la productividad obtenida por un sistema de producción y los recursos que se utilizan para obtenerla. Estos recursos productivos, incluyen el factor de trabajo, capital y otros insumos como la tierra, energía, materias primas e incluso, la información.

La productividad en términos de resultados puede definirse como el cociente entre lo producido y lo gastado, como se muestra en la siguiente formula:

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos} \dots \text{Ecuación (1)}$$

Los recursos vienen a ser recursos utilizados en la ejecución de las partidas (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 54), estos son:

- Recursos materiales: materias primas, tecnologías, energía eléctrica, combustible, maquinaria y equipos.
- Recursos humanos: peón, operario, oficial, capataz y personal técnico.

- Recursos financieros: inversiones y capital de terceros, financiaciones y préstamos, créditos y cuentas por cobrar.
- Recursos mercadológicos: requerimientos de los clientes, indagación e información de mercado.

S (Serpell A. , 1993) Entonces, la productividad comprende tanto la eficiencia en la utilización de los recursos para completar productos deseados dentro de plazos determinados, como la efectividad con que se realiza dicho producto para cumplir con un estándar de calidad que también esté preestablecido. Por ejemplo, de nada sirve producir muchos metros cuadrados de muros de albañilería en una obra, utilizando muy eficientemente el recurso humano, si estos muros resultan con serios problemas de calidad, hasta el punto que deben demolerse posteriormente para rehacerlos.

En la construcción los principales recursos utilizados son los materiales, la mano de obra y maquinaria, lo cual hace posible hablar de productividad independientemente para cada uno de ellos, tal como se ilustra a continuación:

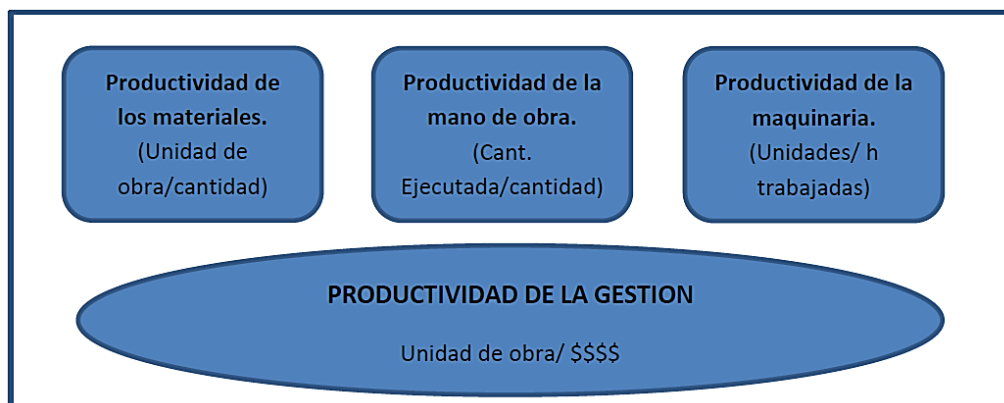


Figura 2. Tipos de productividad. (Serpell A. , 1993).

Dentro de estos tres recursos el humano es el más importante ya que sólo a través de la mano de obra es posible llevar a cabo el trabajo, que finalmente representa la acción de la

administración dentro del sistema¹, siendo esta es una de las razones fundamentales por las cuales se prioriza el estudio de este recurso durante la presente investigación.

Adicionalmente podemos decir que la productividad es aplicada a estudio por parte de diferentes tipos de industrias especialmente en la actualidad ya que la competencia obliga que los niveles de productividad cada vez sean más altos, sin embargo, en la industria de la construcción en el Perú son pocos los estudios que se hacen referente a la productividad ya que no se cuenta o se desconoce de metodologías para llevarlos a cabo por lo que se cree que con el nivel de bajo costo en mano de obra se puede incurrir en gastos relativamente considerables, por este motivo se desconoce la utilidad que se podría optimizar y tener utilidades si se hace mejor el uso de planificación y control de proyecto, esencialmente al estudio referente a los rendimientos que conlleva al mejor uso de recursos mejorando el factor “tiempo”.

La productividad del trabajo se mide en relación al contenido del trabajo productivo, el cual se ve afectado por la existencia de actividades contributivas y no contributivas que restan tiempo al tiempo disponible para realizar dicho trabajo. (Serpell A. , 1993)

Sin embargo, llegar a pensar en un 0 % de trabajo no contributivo, es algo totalmente utópico, puesto que el cuerpo y la mente humana no pueden trabajar mucho tiempo sin detener su actividad para tomar un descanso y según la figura 2, se puede decir que una tercera parte de la producción en las obras de construcción está compuesta por desperdicios, por lo que a continuación se muestra algunos porcentajes de muestreo de diferentes investigadores.

¹ Esta es una de las razones fundamentales por las cuales se prioriza el estudio de este recurso durante la etapa de la investigación.

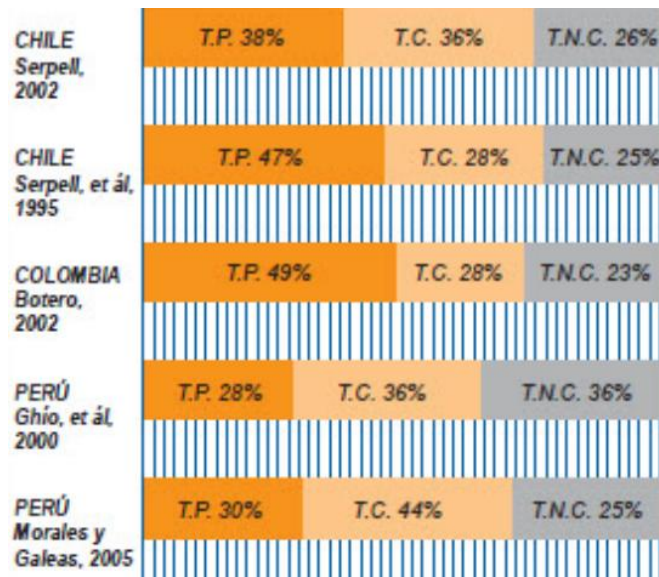


Figura 3. Muestreo del trabajo en diferentes países de Sudamérica. (Serpell A. , 1993).

2.2.1.1 Productividad Parcial

Para obtener un análisis más minucioso, se determina la productividad parcial considerando la producción parcial y cada recurso en forma independiente (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 54).

- Productividad de la mano de obra: es habitual estén dadas en ULP (unidades lógicas de producción, en partidas de encofrado y desencofrado en m2, en partida de concreto en m3, en partida de junta de dilatación en m) entre horas – hombre (hh) (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 54).

$$Productividad_{MO} = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{Jornada laboral X N}^\circ\text{hombre}} \dots \text{Ecuación (2)}$$

- Productividad del equipo: es habitual estén dadas en ULP (unidades lógicas de producción, en partidas de encofrado y desencofrado en m2, en partida de concreto en m3, en partida de junta de dilatación en m) entre horas – máquina (hm), en este caso recordar que en la jornada se incluyen tiempos muertos y se consideran equipos similares (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 54).

$$Productividad_{EQ} = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{Jornada laboral X N}^\circ\text{equipos}} \dots \text{Ecuación (3)}$$

2.2.1.2 Velocidad y rendimiento

La relación existente entre las velocidades y el rendimiento es que la producción de un trabajador a grupo de trabajadores puede ser presentado de ambas maneras.

Al estudiar los costos unitarios que tiene el presupuesto de un expediente técnico es usual confundir los términos de velocidad y rendimiento y tal como se mostrara a continuación son conceptos diferentes.

2.2.1.2.1 Velocidad

Cantidad de producción que se realiza en una unidad de tiempo, ejemplos:

- Un asentador de ladrillos caravista puede llegar todos los días a asentar 12.00 m², con lo cual tendrían una velocidad de 12.00 m²/ día.

- Una cuadrilla de vaciadores de sobrecimiento vacían todos los días 28.00 m³, la cuadrilla tendría una velocidad de 28.00 m³/día.

- Una máquina retroexcavadora excava 25 m³ en terreno rocoso en un día teniendo en cuenta 8 horas por día trabajadas, entonces si la misma maquina trabajara 3 horas se tendría una velocidad de 8.33 m³/día.

2.2.1.2.2 Rendimiento

Se obtiene de la relación inversa de la productividad, por lo cual determina el esfuerzo de la mano de obra (desempeño) (Rodriguez & Valdez, 2012). Se determina de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral X N}^\circ\text{hombre}}{\text{Produccion diaria}} \dots \text{Ecuación (4)}$$

El rendimiento es necesario para calcular el número de horas hombre que se necesita para ejecutar una determinada cantidad que comprende el metrado de una partida, a continuación, se muestran algunos ejemplos:

- La cuadrilla de asentadores de ladrillos caravista que consta con una cantidad total al final de la obra con 7,855hh (horas hombre), asentando un total de 18,321m², con estos datos se tendría un rendimiento de 0.43 hh/m².

- Una cuadrilla de vaciadores de sobrecimiento que consta de 42 hh (horas hombre), vacían en quince días 140 m³ de concreto para sobrecimiento, la cuadrilla tendría un rendimiento total de 0.30 hh/m³.

- Una máquina retroexcavadora usando 80 hm (horas maquina), excava 250 m³ en terreno rocoso en 10 día, entonces se tendría un rendimiento total de 0.32 hm/m³.

2.2.1.3 Eficiencia

Es la capacidad de realizar adecuadamente las tareas. Es alcanzar los resultados (metrados realizados) aminorando el uso de los recursos (tiempo y mano de obra) con ello se consigue disminuir el coste operativos (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 55). La fórmula que se emplea es:

$$Eficiencia = \frac{\text{Productividad real}}{\text{Produccion neta}} \dots \text{Ecuación (5)}$$

2.2.1.4 Ciclo de la productividad

Según (Rodrigues & Valdez, 2012), el ciclo de la productividad tiene por propósito lograr la mejora de la productividad:

- Medición: En la obra, recogemos los datos de la producción por día de cada una de las cuadrillas de trabajo, asimismo como el tiempo de trabajado (horas).

- Evaluación: teniendo como referencia los datos preliminares calculamos las productividades de campo diaria y en seguida se divide cada valor entre la productividad base con el fin de establecer los respectivos Índices de Productividad diario. Posteriormente se realiza la gráfica, considerando en el eje de abscisas (eje x) el tiempo y en el eje de ordenadas (eje y) el Índice de Productividad (IP).

- Planeación: Planificar los niveles posteriores de productividad (meta a alcanzar).

- Mejoramiento: Establecimiento de metodología planificada para mejorar, así por ejemplo una adecuada distribución de insumos, recorrer distancia mínima para disminuir el tiempo de transporte.

- Volver al paso 1, pero un proceso ascendente (en espiral o círculo virtuoso), no en un mismo plano (círculo vicioso).

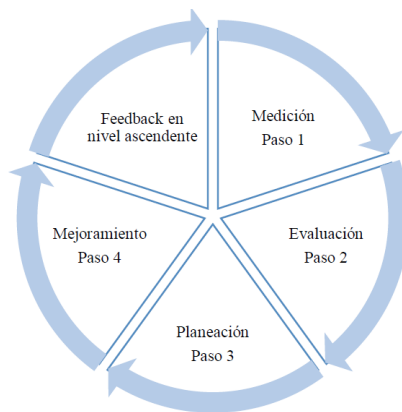


Figura 4. Ciclo de la productividad. (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 58).

2.2.1.5 Factores que influyen en la productividad

Existen muchos factores que producen tiempos improductivos en las obras de construcción (Figura 5), los que a su vez generan ineficiencias en la administración de los recursos involucrados y en la dirección general de las obras. Entre otros, se pueden citar problemas de diseño y planificación, ineficiencia de la administración, métodos inadecuados de trabajo, grupos y actividades de apoyo deficientes, problemas de recurso humano, problemas de seguridad y problemas de los sistemas formales de control. La identificación de este gran número de variables que se pueden presentar en una obra, permite accionar sobre ellas y tomar acciones correctivas, buscando el mejoramiento de la productividad (Serpell B. , 2002).



Figura 5. Factores que influyen en la productividad de obras civiles. (Serpell B. , 2002)

2.2.1.5.1 Factores que afectan la productividad

Según (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 92) existen múltiples factores que merman a la productividad durante la construcción de la obra, a continuación, identificaremos los más

influyentes. Pésima calidad, ineficiente seguridad, falta de planificación y la programación minuciosa, carencia de un sistema de inspección y seguimiento permanente de la obra, poca eficiencia en la gestión de producción en campo, inadecuados métodos de trabajos, excedente en la mano de obra, equipos y diseño incorrecto.

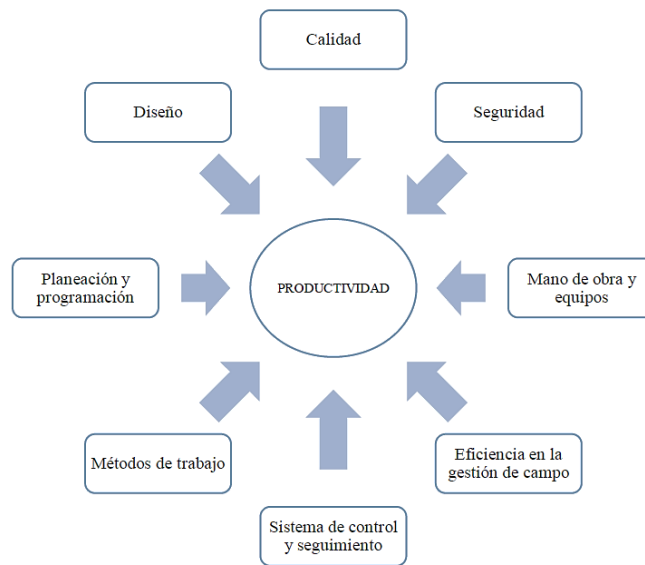


Figura 6. Factores que la afectan. (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 92).



Figura 7. Factores que afectan la productividad. (Serpell B. , 2002).

2.2.1.5.2 Técnicas que mejoran la productividad

Según (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 64), para la mejora de la productividad se pueden aplicar más de 70 técnicas. Estas técnicas se agrupan en; las técnicas fundamentadas en la tecnología, técnicas fundamentadas en el trabajador, técnicas fundamentadas en el producto, técnicas fundamentadas en la tarea o el proceso, técnicas fundamentadas en los materiales y técnicas modernas.

Técnicas fundamentas en la tecnología <ul style="list-style-type: none">•Diseño asistido por computadoras (CAD).•Manufactura asistida por computadoras (CAM).•CAM integrada.•Robótica.•Tecnología láser.•Tecnología de energía.•Tecnología de grupos.•Gráficas de computadoras.•Simulación.•Administración de mantenimiento.•Reconstrucción de maquinaria.•Tecnología de conservación de energía.•Tecnología digital.•Telecomunicación.•Bioingeniería.•Programación orientada a objetos•Fibras ópticas.•Ingeniería de software asistida por computadoras.•Tecnología RISC.•Ingeniería simultanea/ ingeniería concurrente.•Video conferencia de escritorio.•DISPARTCH.•Programación y control en 4D.	Técnicas fundamentadas en el producto <ul style="list-style-type: none">•Ingeniería del valor.•Diversificación de productos.•Simplificación del producto.•Investigación y desarrollo.•Estandarización del producto.•Mejoramiento de la confiabilidad del producto.•Publicidad y promoción.•Benchmarking. Técnicas fundamentadas en la tarea o el proceso <ul style="list-style-type: none">•Ingeniería de métodos.•Estudio o medición de trabajo.•Diseño del puesto de trabajo.•Evaluación del puesto del trabajo.•Diseño de la seguridad del puesto de trabajo.•Ingeniería de factores humanos (Ergonomía).•Programación de la producción.•Procesamiento de datos por computadora.•Reingeniería. Técnicas fundamentadas en los materiales <ul style="list-style-type: none">•Control de inventario.•Planeación de requerimiento de materiales (MRP).•Inventario justo a tiempo o (JIT).•Administración de materiales.•Control de calidad.•Sistema de manejo de materiales.•Reutilización v reciclado de materiales. Técnicas recientes <ul style="list-style-type: none">•Las 5 S.•Sistema SMED (cambio rápido de útiles a máquina).•Justo a tiempo (JIT).•Control total de calidad (TQC).•Mantenimiento productivo total.•Lean production y lean Construction (construcción sin pérdidas).•Kamban (tarjetas de control de procesos).•Kaizen (mejora continua), utiliza el JIT y kamban.•Teoría de las restricciones.•DBR (Drum – Buffer – Rope : tambor – amortiguador – cuerda).•Manufactura sincronizada.•Fábrica del futuro.
--	---

Figura 8. Técnicas de mejoramiento de la productividad. (Rodrigues & Valdez, 2012, págs. 64, 66)

2.2.1.6 Categorías de trabajo en mano de obra

De conformidad con Decreto Supremo del 02 de marzo de 1945, Pacto sobre condiciones de trabajo del 29 de septiembre de 1958 y Res. N° 197 del 05 de julio de 1955 - CAPECO, entre la asociación de ingenieros constructores del Perú y el sindicato de trabajadores de construcción civil las labores que realizan cada uno de los trabajadores esta dado en 3 categorías clasificados en Operario, Oficiales y Peones.

2.2.1.6.1 Operario

Son operarios de construcción civil los albañiles, carpinteros, tierreros, pintores, electricistas, gasfiteros, plomeros, almaceneros, chóferes, mecánicos, operadores de mezcladoras de winchas y demás trabajadores calificados.

- De albañilería: Asentado de ladrillos de toda clase de muros interiores fachadas, cercos, etc., tartajeos con mezcla de techos y paredes, enlucido con yeso en techos y paredes, falsos pisos de concreto y mezcla, trabajador en molduraré ya sea en yeso o cualquier material, asentados en losas de toda dimensión –y dibujo-, enchapados de mayólicas, colocación de cerámicas, colocación de tejas, colocación de pepelma, pisos de mezcla frotachadas, para parquet, vestiduras de escaleras con toda clase de materiales, vestiduras de fachadas con el material que en las vestiduras se emplea, trabajos de pistas, veredas y otros que se realicen en las urbanizaciones, vestiduras de derrame y volteado de arcos, trabajo de zócalo con toda clase de materiales; pisos de granito martelinado, lavado de terrazo y otros materiales; pisos con mezcla, enlucidos con cemento o cualquier otro material, trabajos de jambas, jardineras en puertas y ventanas y demás labores calificadas de albañilería.

- De Carpintería: Toda clase de encofrados en paredes, techos, sobrecimientos, dinteles, columnas, vigas, escaleras; trabajos de pisos en madera machihembrada de 1 x 3 y 1 x 6; pisos de toda clase de parquet, toda clase de zócalos de maderas, colocación de marcos, puertas y ventanas, jambas y chapas, colocación de celotex, vestiduras de columnas y balautradas, vestiduras de escaleras.

- Electricista: Toda clase de instalaciones para luz y fuerza, aclarando que los servidores que realizan las labores de picado de canales quedan comprendidos dentro de la categoría de peones.

- Instalaciones sanitarias y de aire acondicionado: Toda clase de trabajos de instalaciones sanitarias y de aires acondicionado.

- Armaduras de acero: Trabajos de toda clase de doblados de fierro y su armadura de vigas, columnas, losas de concreto armado.

- Pintores: Toda clase de pinturas en general; está aclarado que se considera como trabajo correspondiente a los oficiales los efectuados con agua de cola, mano de agua de jabón, así como el masillado en general.

- Otras ramas de trabajo en construcción civil considerando a las categorías de operación: Maquinistas wincheros, almaceneros, choferes, mecánicos obreros de instalación de ascensores; trabajadores que se ocupan en la construcción de puentes, caminos, túneles y demás ramas de la industria.

2.2.1.6.2 Oficial

Son los trabajadores que realizan las mismas actividades que los operarios, pero en calidad de ayudantes o auxiliares. Los guardianes están considerados en esta categoría.

Los trabajadores oficiales son aquellos que no han alcanzado calificación en el tramo de una especialidad; no pudiendo ejecutar los trabajos que correspondan a operarios.

Los trabajadores que efectuarán los oficiales serán de pañeteado para tartajeo, asentado de ladrillos pasteleros en la rama de albañilería. En carpintería, los oficiales efectuarán los trabajos de desencofrado.

2.2.1.6.3 Peón

Son los trabajadores no calificados que se ocupan indistintamente de diversas tareas de la industria.

2.2.2 Filosofía Lean

2.2.2.1 Reseña histórica

La filosofía Lean nace en Japón, en la Fábrica Toyota, la empresa por los años de 1948 se encontraba al borde de la banca rota. En Estados Unidos debido a las nuevas invenciones de Henry Ford, la Fábrica de Ford era al menos 8 veces más eficiente que Toyota. En el año 1949

Kiichiro Toyoda² dimitió de su cargo en la compañía como resultado de ventas pobres y rentabilidad, falleciendo cuatro años después. Pero antes de su dimisión, planteó un desafío a los miembros de su equipo directivo: “Alcanzar las ratios de producción de los Estados Unidos en un plazo de tres años”.

Taiichi Ohno³, vicepresidente de Toyota, acepto el desafío e, inspirado en el funcionamiento de un supermercado americano, “inventó” el Just in Time (con la ayuda de otras importantes figuras japonesas revolucionarias en el ámbito industrial, como Shigeo Shingo e Hiroyuki Hirano). Ohno y Shingo fijaron su meta por escrito “Entregar el material, en la cantidad justa, con la calidad perfecta, en el sitio correcto y un poco antes de ser necesario” (Daniels E. y Pasquire C., 2016).

Pero el término de LEAN no fue acuñado por Taiichi Ohno, este salió a la Luz gracias a Daniel T. Jones y James P. Womack dos caballeros norteamericanos que en su libro “The machine that changed the world: The story of Lean Production” (La Máquina que cambió al mundo) y “Lean Thinking” acuñan por primera vez el término.

2.2.2.2 Sistema de producción de Toyota (TPS)

Después de la segunda guerra mundial al final de los 40`s los japoneses atravesaban muchas dificultades ya que su país estaba destruido, con pocos recursos, y lo único que tenían por hacer es aprovechar al máximo los recursos con los que contaban, por ende, su preocupación fue diseñar nuevas técnicas industriales que sean eficientes para sus empresas y con ello poder reconstruir la economía de su país.

En ese tiempo un obrero alemán producía tres veces más que un japonés y un norteamericano tres veces más que el alemán, por lo tanto, los norteamericanos producían aproximadamente nueve veces más que un obrero japonés; en promedio se necesitaban nueve japoneses para hacer el trabajo de un norteamericano (Ohno, 1988).

El Sistema de Producción de Toyota o en ingles Toyota Production System una de las aportaciones de la compañía Japonesa Toyota al mundo, es la clave de su éxito industrial, el

² Kiichiro Toyoda Era hijo del fundador de Toyoda Loom Works, creador finalmente de la Corporación Toyota. (Wikipedia, 2016).

³ Taichi Ohno fue un ingeniero Industrial Japonés.

concepto fue desarrollado por la empresa, el cual se basa en la eliminación de desperdicio (muda). Este tiene tres pilares:



Figura 9. Pilares de TPS

2.2.2.2.1 Just in Time (Justo a tiempo)

Filosofía que nace en Japón, donde su esencia es producir solo lo que se va a necesitar, tener cero inventarios, productos de excelente calidad y sin desperdicios.

El JIT es una metodología de producción que interviene en todo el sistema productivo. Además, que proporciona métodos de planificación y control de la producción, y no solo tiene implicancias en el área de producción sino también en otras áreas de una empresa como, el área de recurso humanos, mantenimiento y la calidad total.

Una forma clara de definir al JIT sería: “Producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento que se necesita” (Ambiente, 2016)

2.2.2.2.2 Jidoka (Automatización con un toque humano)

Esto nace de la necesidad de que los trabajadores no tengan que estar siempre monitoreando las maquinas, sino dotar de mecanismo para que estos hagan la supervisión automáticamente. El concepto de Jidoka es revolucionario por muchos motivos. En primer lugar, choca frontalmente con los esquemas de organización tayloristas anteriores, donde sólo el jefe de planta podía detener la cadena de producción y donde los trabajadores eran meros peones que necesitaban ser supervisados mediante una escalera jerárquica de mando.

El Jidoka se centra en la verificación de la calidad en las líneas de producción y estas tienen la capacidad para detenerse cuando se detectan problemas (Manufactura, 2016).

2.2.2.2.3 Kaizen (Mejora Continua):

El KAIZEN sencillamente significa mejoramiento, mejoramiento progresivo que involucra a todos incluyendo tanto a gerentes y trabajadores. La Filosofía del KAIZEN supone que nuestra forma de vida sea nuestra vida de trabajo, vida social o vida familiar merece mejorada de manera constante (Imai, 2001).

Pero si hacemos un mayor análisis del sistema de producción de Toyota encontramos más herramientas, con las cuales TOYOTA también se apoya para lograr un sistema óptimo de producción.

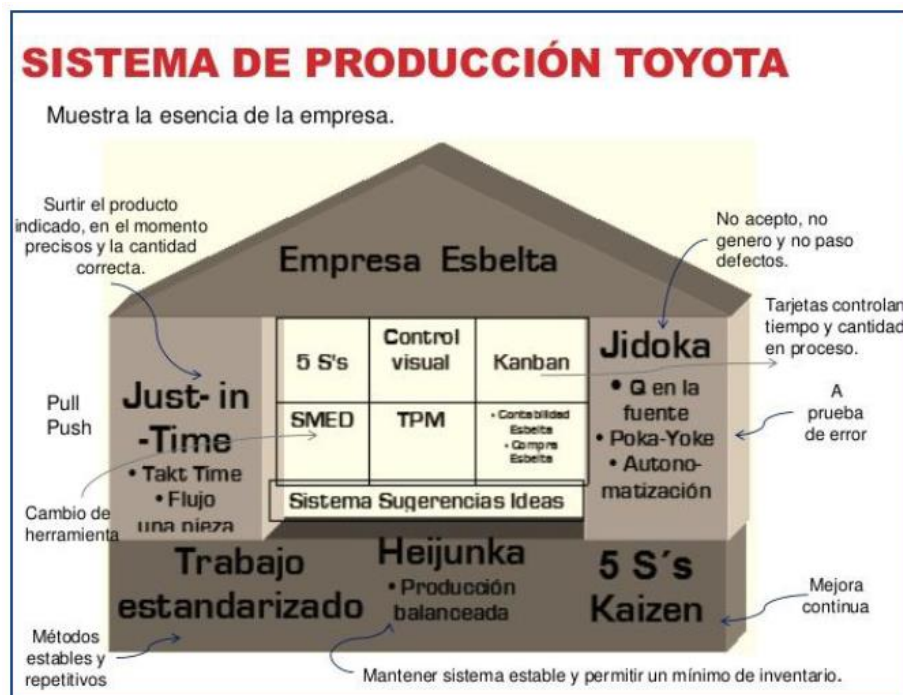


Figura 10. Administración de operaciones de la casa Toyota.

2.2.2.3 Lean Production

La nueva filosofía del Lean Production (Lean Manufacturing, Manufactura Esbelta) sencillamente quiere decir que en una empresa o proceso no existen desperdicios o ineficiencias, creando un flujo y así poder entregar el máximo valor a los clientes utilizando los mínimos recursos necesarios reduciendo los siguientes desperdicios:

- Sobre Producción
- Transporte
- Tiempo de espera
- Exceso de procesados

- Inventario

- Movimientos y defectos

Lean Production (LP), es una serie de herramientas que nos ayudan a eliminar los siete desperdicios e incluso se habla actualmente del octavo desperdicio: Potencial humano subutilizado (Wikipedia, 2019).

LP se ha definido como una filosofía de excelencia de manufactura basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.
- Mejora Continua.
- La mejora consistente entre Productividad y calidad.

2.2.2.3.1 Objetivo de Lean production

Los principales objetivos de Lean Production es implementar una filosofía de mejora continua que permita a las empresas reducir costos, mejorar procesos y eliminar desperdicios para aumentar la satisfacción del cliente y mantener el margen de ganancia.

Lean production proporciona a las empresas herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige una calidad más alta, entrega en los plazos establecidos, bajo precio y en la cantidad solicitada.

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente.
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción.
- Crea sistemas de producción más robustos.
- Crea sistema de entrega de materiales apropiados.
- Mejora la distribución de planta para aumentar la flexibilidad.

2.2.2.3.2 Ventajas de Lean production

La aplicación de Lean Production es importante en diferentes áreas, ya que se utilizan diferentes herramientas, lo que beneficia a la empresa y sus partes interesadas. Algunos de los beneficios resultantes son:

- Reducción de un 50% en costos de producción.

- Reducción de inventarios.
- Reducción del tiempo de entrega (Lead Time).
- Mejor calidad.
- Menos mano de obra.
- Mayor eficiencia de equipo.
- Disminución de los desperdicios.
- Sobreproducción.
- Tiempo de espera.
- Transporte
- El proceso.
- Inventarios.
- Movimientos.

2.2.2.3.3 Principios de Lean production

El LP tiene los siguientes principios clave:

- Calidad perfecta a la primera: búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.
- Minimización del despilfarro: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).
- Mejora continua: reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.
- Procesos "pull": los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el fin de la producción.
- Flexibilidad: producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.

- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información.

Lean es básicamente todo lo concerniente a obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando el despilfarro, siendo flexible y estando abierto al cambio.

2.2.2.4 Nueva filosofía de Producción

Según (Koskela, 1992), el modelo conceptual que domina la visión convencional de producción es la conversión y está asociado a modelos de conversión y dirección.

La producción es un proceso de conversión que puede definirse de la siguiente manera:

1. El proceso de producción es la conversión de un INPUT (entrada) en un OUTPUT (salida), es decir que se ingresa insumos, materia prima y estos pasan por un proceso de conversión en un periodo de tiempo generando un producto o servicio el cual satisface a un cliente.

Sin embargo, para su aplicación práctica en situaciones complejas es necesario poder explicar algunas características más:

2. El proceso de conversión puede ser dividido en subprocesos los cuales también son proceso de conversión.
3. El costo del proceso total puede reducirse al mínimo, reduciendo al mínimo el costo de cada subproceso.
4. El valor del OUTPUT de un proceso está asociado con los costos o valor del INPUT de ese proceso.

La producción es un flujo de materia y/o información desde materia prima a producto final, en este modelo de producción la materia se procesa, es inspeccionada y está en movimiento o en espera. El proceso se puede caracterizar por el tiempo, costo y valor. El valor se refiere a al cumplimiento de las exigencias del cliente.

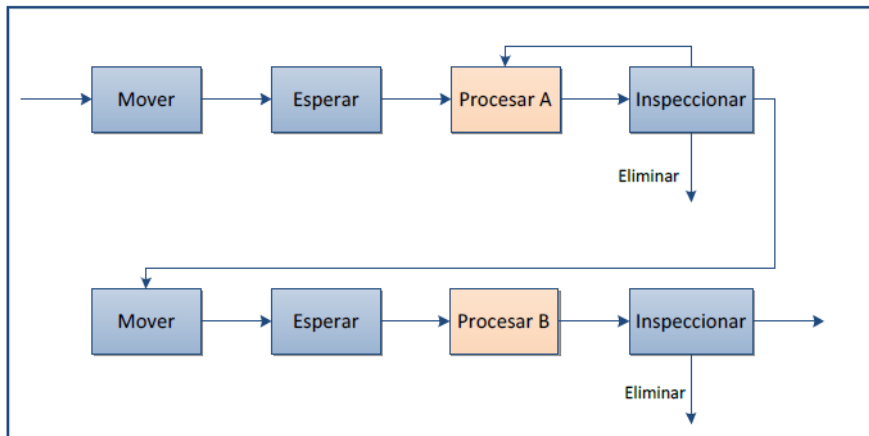


Figura 11. Nuevo modelo de producción. (Koskela, 1992).

La figura 6, las cajas representan actividades de valor agregado y las actividades que no agregan valor al proceso.

Por lo tanto, analizando el cuadro de la figura 6, podemos decir lo siguiente:

- Las actividades de flujo: Movimientos, esperas, inspecciones etc. son las que se deben reducir, o ser eliminadas.
- Las actividades de conversión deben ser realizadas las más eficientemente.

La eficiencia global del proceso de producción se atribuye a la eficiencia de conversión de las actividades ya sea ayudadas por tecnología de alto nivel, habilidades y motivación del personal, así como la cantidad y eficiencia de las actividades del flujo las cuales las actividades de conversión van juntas.

Mientras todas las actividades gastan tiempo y costo, solo las actividades de conversión añaden valor al producto o servicio.

Pero ¿cómo debería el flujo del proceso ser diseñado, controlado y mejorado en la práctica?, tenemos las siguientes bases de la nueva filosofía de producción:

- Reducir las actividades que no aportan valor.
- Incrementar el valor del producto final o servicio.
- Reducir la variabilidad.

- Reducir el tiempo de ciclo.
- Simplificar el número de pasos para producir el producto.
- Incrementan la flexibilidad del output.
- Incrementar la transparencia del proceso.
- Enfocar el control en la totalidad del proceso.
- Construir un mejoramiento continuo en el proceso (KAISEN).
- Balancear el mejoramiento del flujo con el mejoramiento de la conversión.
- Benchmarking.

Estos principios abarcan tanto al flujo del proceso como a los subprocesos. En la figura 12, se ve la comparación en cuando a costos en las tres perspectivas.

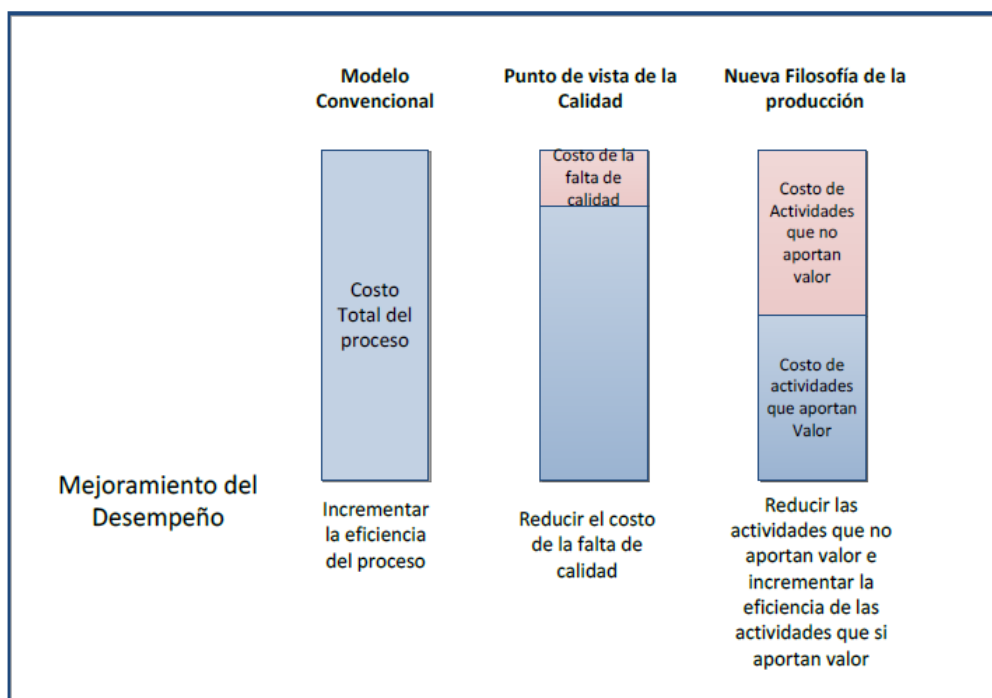


Figura 12. Comparación de modelos de producción. (Koskela, 1992).

Todo lo descrito anteriormente de la nueva filosofía que lleva el nombre de Lean, quiere dar a entender: esbeltez, flexibilidad. Es decir, una producción o manufactura esbelta, la cual se enfoca en crear actividades de valor agregado, identificar las actividades que no crean valor las

cuales se tienen que reducir o eliminar y trabajar en la mejora continua para aumentar el desempeño o productividad.

2.2.2.5 Lean Construction (*construcción sin pérdidas*)

Según (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 89), es también conocida como construcción sin pérdidas y tomando como referencia a Lean Construction Institute es una novedosa forma de emplear la gestión de producción en el entorno de la construcción. Esta teoría se desarrolla en base a la producción sin pérdida, para observar el enfoque de las diferentes filosofías es importante conocer la filosofía de optimización según (Koskela, 1992). La mencionada filosofía de producción en la cual se divide en coste de trabajos que no adicionan valor (pérdidas) y trabajos que adicionan valor.

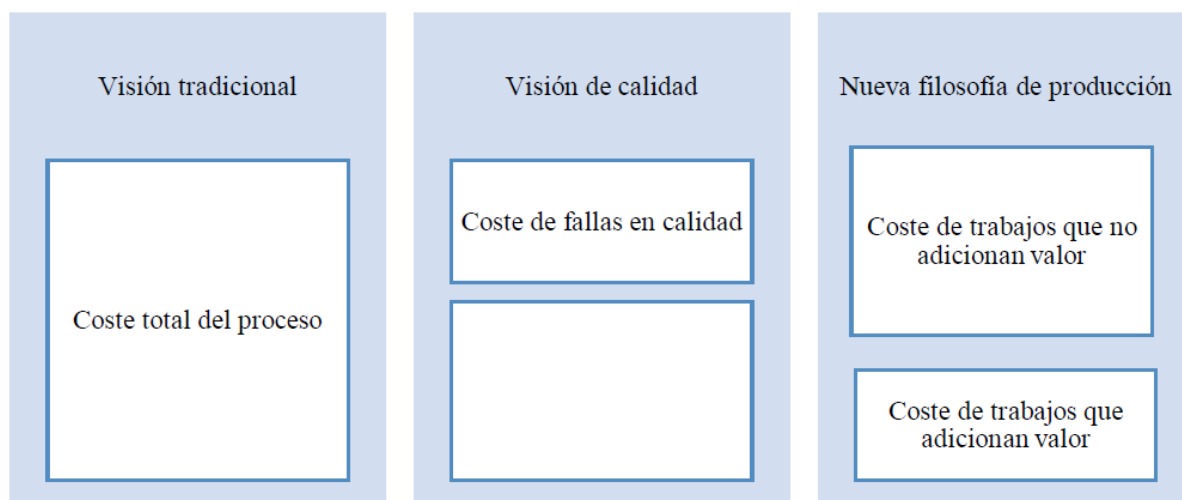


Figura 13. Enfoque de distintas filosofías de optimización de la producción. (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 89).

En donde la visión tradicional se enfoca en incrementar la eficiencia de los procesos, la visión de calidad tiene el propósito de reducir los costos de las fallas de calidad e intensificar eficiencia de los procesos y la nueva filosofía de producción (construcción sin pérdida) tiene el objetivo de aminorar y/o descartar tareas que no adicionan valor e intensifican eficiencia de las actividades que si añaden valor.

La filosofía del Lean Construction nace, a la necesidad de mejorar la productividad, calidad y seguridad de la construcción, ya que comparada con la productividad de la industria dejaba mucho que desear.

Origen del Lean Construction: Durante su estancia en la Universidad de Stanford, California, USA, en 1992, el finlandés Lauri Koskela escribió el documento Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción, en el que estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. El trabajo pionero de Koskela fue un hito clave en el desarrollo de una corriente de investigación sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de la construcción. El término Lean Construction fue acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) en 1993.

Lean Construction ve los proyectos como sistemas temporales de Producción.

- Reconociendo la característica de unicidad de proyectos, los diseños de sistemas de producción son únicos entre sí.
- Lo que, si se aplica para todos los proyectos, son la base para el diseño de estos: principios de física de producción, Variabilidad y Teoría de producción TFV.⁴

¿Qué es una pérdida?

Es toda actividad que origina coste, mas no valor, durante la ejecución de la obra se muestran estas pérdidas como: tiempo de espera, viajes improductivos, tiempo de ocioso, excesivo uso de materiales, trabajos rehechos, coste de exceso de calidad (calidad no apreciada por el cliente), excesiva cantidad de mano de obra directo e indirecto, exceso de traslado interno de equipos y materiales (Rodrigues & Valdez, 2012).

¿Dónde se presentan las pérdidas?

Según (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 90), las pérdidas se distinguen a la vez en los procesos como en los flujos que la conectan.

- Pérdidas en flujos: ocurre cuando los procesos se paralizan por ausencia de información, recurso, directivas.

⁴ Task –Flow-Value: Tarea-Flujo-Valor

- Pérdidas en los procesos: ocurren cuando la cantidad de recursos (mano de obra, materiales, equipos, etc.) utilizados en un proceso son desproporcionados.



Figura 14. Actividades de construcción flujo y procesos de conversión.

Fuente: (Walter Rodrigues y DorisValdez, 2012, pág. 90)

¿Cómo eliminar las pérdidas en los procesos y flujos?

Para eliminar las pérdidas en los flujos, debemos dirigir los flujos de información, recursos y políticas; debemos implantar la confiabilidad del procedimiento para ello contamos con herramientas como análisis semanales, diarios, loockahead y análisis de restricción. Para eliminar las pérdidas en los procesos, debemos optimizar los procesos de diseño cuantificando estos para ello es necesario utilizar técnicas de muestreo de tiempo, diagramas de Pareto, balance, reducir el ciclo (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 90).

2.2.2.5.1 Niveles de Lean Construction

Según (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 90), la filosofía Lean Construction tiene tres niveles; conceptos, principios y metodología.

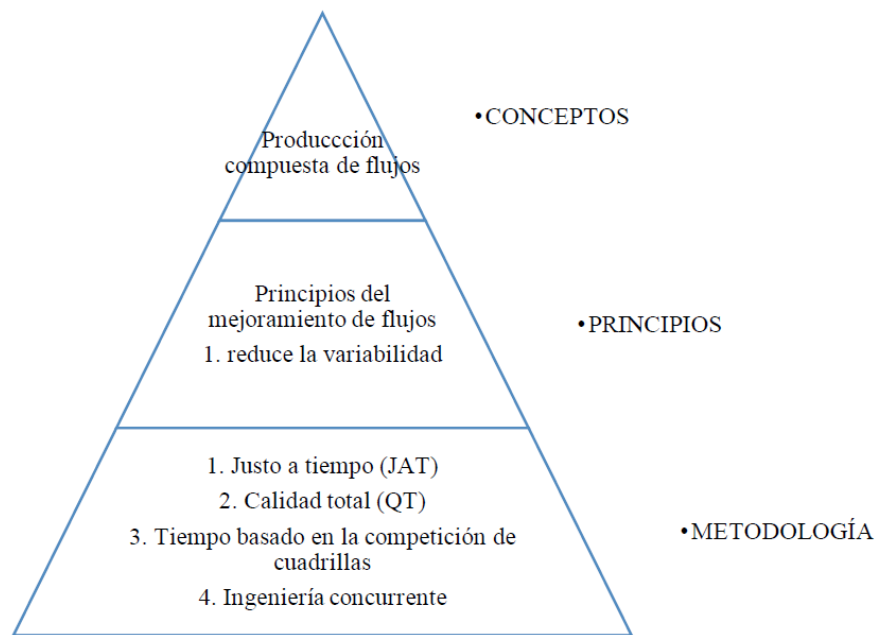


Figura 15. Niveles de lean construction. (Rodrigues & Valdez, 2012, pág. 90).

2.2.2.5.2 Características de Lean Construction

Según (Rodrigues & Valdez, 2012, págs. 91-92), la filosofía Lean Construction posee las siguientes características:

- Incentiva a la proactividad y trabajo en conjunto.
- Promueve a la comunicación constante y clara.
- Conlleva al eficiente uso de los recursos.
- Fomenta la mejora permanente (Kaizen).
- Emplea la constructibilidad, utilizando criterios constructivos y la experiencia en trabajos relacionados con la planificación, diseño y operación de una obra, con el fin de lograr los objetivos propuestos.
- Mejora la productividad basándose en la ingeniería de métodos como la carta balance.
- Incrementa el trabajo productivo, maneja racionalmente de los trabajos contributorios y reduce los trabajos no contributorios.

- Emplea el diagrama causa – efecto.
- Reduce los costos de equipos, materiales y servicios.
- Reduce los costos de construcción y el plazo de la obra.
- Considera a todas las actividades base como una actividad crítica y asimismo considera a la holgura como pérdida de costo.

2.2.2.5.3 Características de Lean Construction

Según (Rodrigues & Valdez, 2012, págs. 68-71), para la aplicación de Lean Construction se deben considerar los siguientes pasos a fin de lograr incrementar la productividad:

- Paso 1: Planificar y programar la obra y los procesos utilizando teoría de restricciones. Para ello se debe:
- Paso 2: Determinar las hh de las actividades a ejecutar en la obra y aplicando los diagramas de Pareto (ley 80/20), escoger la tarea que tenga mayor cantidad de hh para su ejecución. De ellas se hace un seguimiento especial a la actividad más restrictiva (la que tiene mayor número de hh)
- Paso 3: Definir la duración de la tarea que necesariamente deben ser menor o igual a la duración de la tarea restrictiva (subsanatorio) y su interrelación utilizado en forma global redes PERT/CPM, con el auxilio de software como el MS Excel. Optativamente se puede utilizar el método de las cadenas críticas desarrollados por Eliyahu Goldratt.
- Paso 4: En la base a la red, elaborar Programas de 3 semanas (Look Ahead Planning). Se puede utilizar métodos heurísticos como trenes de tareas, cadenas de trabajo, ritmo constante, chamin de fer, etc.
- Paso 5: Entregar a cada capataz un Programa de trabajo diario (Last Planner), basado en el Look Ahead Planning.
- Paso 6: Tomar los datos de campo, que sirven para calcular a la vez los IP y los TP, TC y TNC.
- Paso 7: En base a los gráficos IP (índice de productividad) de las tareas escogidas aplicando Pareto, se ve si el IP son mayores a 1 (línea base) o menores a 1. De ser

menores de debe analizar de inmediato las causas de la baja productividad, utilizando el diagrama de espina de pescado (llamado también diagrama de Kaoru Ishikawa, su creador, Vertebras de Godzilla, fishbone o diagrama causa – efecto).

- Paso 8: Determinar cuantitativamente las causas más importantes que ocasiona la falta de calidad del proceso y por ende la baja productividad desarrollando la gráfica de Pareto. Apoyarse de las cartas balance para determinar los porcentajes del contenido del trabajo; es decir Trabajo Productivo, Trabajo Contributivo y Trabajo No Contributivo.
- Paso 9: Establecer mejoras, mediante trabajo en lotes pequeños, acortamiento de ciclos de trabajo (flujos, fase que no agrega valor al proceso).
- Paso 10: Otra vez tomar datos de campo y repetir el numera 3, 4 y 5 lo que ocasiona la mejora continua en los procesos. Este procedimiento lleva necesariamente a mejorar la calidad, la productividad y a bajar los costos operativos, generando mayores utilidades para la Empresa.
- Paso 11: Estandarizar con la finalidad de mejorar la línea base; es decir se establece la estructura del Procesos estandarizado.

2.2.2.6 Herramientas de Lean Construction

2.2.2.6.1 Last Planner (último planificador)

Se refiere al individuo o conjunto de personas, que se encarga de la decisión final y designación de la tarea. Esta planificación debe ser utilizada para la delegación de tareas y a la vez para generar alguna planificación subsiguiente. Para precisar esta asignación de faena, así como el método tradicional, se tiene en consideración la planificación maestra, considerando asimismo la magnitud de producción existente de la cual se dispone (Anshi Verma, S. Angalekar y Manish Khandare, 2017, págs. 287-288).

2.2.2.6.2 Carta de balance

Es un instrumento que parte de datos de campo, describe de manera minuciosa el desarrollo de una tarea para en seguida buscar su mejoramiento. Para recolectar los datos en la carta balance se considera un intervalo de tiempo reducido y la tarea que está ejecutando cada trabajador. En la cual se deben tener encuentra el tipo de trabajo (trabajo productivo, trabajo

contributorio, trabajo no contributorio) que se encuentra realizando el trabajador (Alfredo Serpell y Rodrigo Verbal, 1990, pág. 2).

2.2.2.7 *Términos conceptuales*

2.2.2.7.1 *Trabajo*

El trabajo se define como un proceso que depende del hombre en la que el mismo mide, regula y controla su metabolismo con la naturaleza, pone en movimiento su capacidad corporal que pertenecen a fuerzas de sus brazos y piernas, cabeza y manos con la finalidad de vivir a través de ese medio, las cuales son evaluadas a través de técnicas de muestreo en la que según el nivel general de actividades esta se clasifica en; trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC), para lo cual en la Tabla 1 se muestran algunos ejemplos de estos trabajos:

- Trabajo productivo (TP). - Es definido como aquellas actividades que aportan en forma directa a la producción o avance de la obra.
- Trabajo contributorio (TC). - Es definido como a aquellas actividades que son necesarias que realiza el trabajador en apoyo para para que se ejecuten actividades productivas.
- Trabajo no contributorio (TNC). - Es definido como aquellas actividades realizadas por el trabajador que no clasifican con las anteriores mencionadas, por lo que se considera como pérdida o actividades sin valor productivo.

Tabla 1
Descripción de ejemplos de los tipos de trabajo.

TP	TC	TNC
-Colocacion de encofrados	-Cortar formas para encofrado	-Fumar sin hacer nada
-Colocacion de Acero de refuerzo	-Cortar y adoblar acero	-Esperar llegada de material
-Vaciado de concreto	-Transporte de material	-Caminar por la obra
-Asentado de ladrillo	-Limpieza de area de trabajo	-Esperar a que desocupen herramientas
-Tarrajeo de muro	-Realizar mediciones	-Mascado de coca

Nota: Ejemplos adoptados para trabajos que comprenden la construcción de módulos sanitarios. Fuente: Propia

2.2.2.7.2 Conceptos de Last Planner System y su origen

Last Planner System (LPS), se define como un sistema de planificación y control de la producción para proyectos de construcción, originalmente desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell desde mediados de los años 90, y posteriormente teorizado en la Tesis doctoral de Glenn Ballard del año 2000. Con el paso de los años, se ha convertido en una herramienta clave para implantar Lean Construction en proyectos de construcción, así como un estándar de la Planificación Colaborativa y la Planificación Pull.

En 1999 Lauri Koskela⁵ propuso los siguientes criterios de diseño o principios de un sistema de control de la producción para la construcción. Según Koskela, estos 5 principios se cumplen para el Last Planner System:

- El trabajo no debe comenzar hasta que todos los elementos necesarios para la realización de un trabajo están disponibles. Por lo tanto, este principio se esfuerza por minimizar el trabajo en condiciones subóptimas, un hecho bastante típico en la gestión tradicional de la construcción.
- La realización de tareas se mide y se controla. El Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), es el número de actividades previstas completadas, dividido por el número total de las actividades planificadas. Este enfoque en la realización del plan disminuye el riesgo de propagación de la variabilidad en los flujos de tareas aguas abajo.
- Las causas de no realización se analizan. Así, se lleva a cabo la mejora continua, durante todo el proceso, a través de ciclos de Deming PDCA (Plan-Do-Check-Act).
- Mantener un buffer de tareas conocidas para cada equipo. Por lo tanto, si la tarea asignada resulta imposible de llevar a cabo, el equipo puede cambiar a otra tarea. Este principio es fundamental para evitar pérdidas de productividad.
- En la planificación predictiva a medio plazo, los requisitos previos de las siguientes asignaciones son preparados de manera proactiva. De hecho, esto es un sistema Pull que

⁵ Lauri Koskela es uno de los fundadores del International Group for Lean Construction. Autor del documento “Application of the new production philosophy to construction” donde en 1992 estableció los fundamentos teóricos de Lean Construction.

contribuye a asegurar que todos los requisitos previos están disponibles para las asignaciones. Por otro lado, asegura que tengamos las reservas de material necesarias, en la cantidad necesaria, en el lugar necesario y en el momento en que son necesarias.

Los principios de Koskela abrazan uno de los conceptos clave que introdujo Taiichi Ohno⁶ en Toyota y que más tarde fue acogido como uno de los principios clave de la filosofía Lean: el FLUJO. Según Ohno, la producción debía fluir rápida y suavemente durante todo el proceso, sin interrupciones ni despilfarros de ningún tipo. El Sistema de Producción Toyota y más tarde Lean production establecieron los principios y herramientas para eliminar todos aquellos obstáculos que impidieran la generación de flujo continuo.

Por otra parte, Jeff Sutherland⁷, parte de la base de que existen maneras de mejorar lo que estamos haciendo, hacerlo mejor y más rápido, y para ello cabe preguntarse ¿qué puede estar impidiendo que sea así? Sutherland hizo una crítica de lo largos y excesivamente detallados que la mayoría de las veces se presentan los diagramas de Gantt, y destaca que, ante la poca probabilidad de éxito en una planificación tan detallada a largo plazo, es mejor seguir una estrategia de trocear el plan maestro en hitos o entregables más pequeños, o paquetes de trabajo acotados que puedan medirse y ser realizados en espacios más cortos de tiempo, donde sí tiene sentido planificar con detalle.

Por lo que se puede afirmar que la mayoría de los autores coinciden en que; todos los planes son pronósticos y todos los pronósticos son incorrectos y cuanto más se detalla el pronóstico en un largo plazo, más incorrecto se vuelve.

En la siguiente tabla se mostrará un resumen cronológico de Lean construction y last planner system:

⁶ Taiichi Ohno (1902-1990). Ingeniero y ejecutivo de Toyota, al cual se considera el principal responsable del desarrollo e implantación del sistema de producción Toyota.

⁷ Jeff Sutherland. Unos de los creadores de la metodología SCRUM para la planificación de proyectos de software; y uno de los autores que contribuyó en la creación de Manifiesto Ágil en 2001.

Tabla 2

Cronología de Lean Construction y Last Planner System

Año	Suceso importante
1913	Henri Ford. Cadena de montaje móvil.
A mediados de los 50's	Taiichi Ohno tiene operativo el Toyota Production System.
1950 y 1970	Deming, Juran, Shewhart, Shigeo Shingo, Kaoru Ishikawa, etc. desarrollan sus teorías sobre la Calidad y Mejora Continua que hoy forma parte de LEAN.
Decada de los 70's	Crisis energética. Toyota destaca por encima de las demás compañías.
Decada de los 80's	Estudio del MIT que da origen a Lean Production como concepto. John Krafcik acuña Lean Production.
1992	Lauri Koskela fundamenta la teoría de Lean Construction.
1993	Se funda el International Group for Lean Construction (IGLC) USA.
1996	Se publica el libro "Lean Thinking" de James Womack y Daniel Jones.
1997	Se funda el Lean Construction Institute (LCI) USA.
2000	Glenn Ballard. Publica su Tesis Doctoral "The Last Planner System of Production Control".
2011	Conferencia N° 19 de (IGLC) en Peru, mismo año se crea el Capitulo Peruano de Lean Construction Institute (LCI).

Capítulo III

Materiales y Métodos

3.1. Metodología de Investigación

De acuerdo al fin que se persigue, es una investigación aplicada, ya que esta investigación busca conocimientos existentes para luego aplicarla en solucionar problemas de la productividad en proyectos de irrigación. Según (Salkind, 1998, pág. 11) investigación aplicada tiene una aplicación rápida en el instante que termina el estudio.

3.1.1. Enfoque de investigación.

El enfoque de la investigación es: Cuantitativo.

Según (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014, pág. 4), se define como un proceso sistemático, en donde se utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer algún patrón de comportamiento.

3.1.2. Nivel de investigación.

El nivel de investigación es: Descriptivo

Se considera descriptivo ya que en esta investigación se pretende describir el proceso de aplicación de lean construction para el mejoramiento de la productividad, según (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014, págs. 80-83), la investigación descriptiva es aquella que detalla las propiedades, características de un proceso, objeto o cualquier fenómeno y al mismo tiempo busca responder la causas de los eventos y fenómenos sometidos a un análisis.

3.1.3. Diseño de investigación.

El diseño de la investigación es de tipo Experimental, administrado con intervenciones, teniendo más de 01 variables independientes y dependientes, en nuestro caso aplicando Lean Construction (variable independiente) para observar los cambios que se ocasiona en la mejora de la productividad (variable dependiente) de los proyectos ejecutados en el periodo 2017 – 2019 por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno. Según (Gomez, 2012, pág. 84), la investigación experimental consiste en la manipulación de una variable por conocer, con el fin

de buscar describir el comportamiento y la causa que produce sobre el objeto de estudio. Es decir, reproduce el fenómeno en un acontecimiento controlado llamado experimento.

3.1.4. Variable, Operacionalización de la variable

3.1.4.1 Variables de la investigación

Las variables en una investigación se refieren a una propiedad, característica, calidad, característica, atributo, propiedades de evento, fenómeno de proceso, seres vivos. Con características observables y medibles (cuantitativa y cualitativamente), está dispuesto a admitir varios valores (UNINAV, 2017, pág. 11). Pueden ser de dos tipos; variables independientes y variables dependientes.

- Variable Independiente. - La variable independiente es un hecho o característica que influye en el comportamiento de la variable dependiente, en otras palabras, es la causa de que ocurra un suceso (UNINAV, 2017, pág. 11). La variable independiente estudiada en la presente investigación es la filosofía Lean Construction.
- Variable Dependiente. - La variable dependiente es un hecho o característica que está sujeta al comportamiento de la variable independiente, en otros términos, es el efecto de una incidencia (UNINAV, 2017, pág. 11). La variable dependiente estudiada en la mencionada investigación es la productividad en la construcción de unidades básicas de saneamiento.

3.1.4.2 Operacionalización de variables

A continuación, se muestra la matriz operacional de las variables estudiadas:

- Variable dependiente : Productividad en la construcción de unidades básicas de saneamiento ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. entre los periodos 2017 – 2019.
- Variable independiente : Aplicación de las herramientas de lean construction como propuesta de mejora.

Para la presente investigación se presenta las variables observadas las mismas que constituyen la base del sistema de información del proyecto tal como se muestra en la en la siguiente matriz.

Tabla 3

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTOS	PRUEBA ESTADISTICA
<i>Variable dependiente:</i> Productividad en la construcción de unidades básicas de saneamiento ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. entre los periodos 2017 – 2019.	En la construcción se considera a la productividad como la relación que existe al dividir la producción (metrado avanzado) entre los recursos utilizados (tiempo y mano de obra) para obtener mencionada producción (Ghio, 2001 pág. 22).	Para medir la productividad en la construcción de unidades básicas de saneamiento, se analiza la partida de segundo orden con mayor incidencia económica, en donde se determina la producción diaria, el tiempo de trabajo y el número de trabajadores en la ejecución de cada una de las partidas.	Productividad real antes y después de la aplicación de las herramientas de mejora	Productividad inicial (P inicial) Productividad 1 real (P1 real) Productividad 2 real (P2 real)	Rendimientos de mano de obra del expediente técnico. Reporte diario de producción obtenidas en campo. Reporte diario de producción obtenidas en campo.	prueba de rangos de Wilcoxon, para estudio longitudinal no paramétricas, de dos muestras relacionadas (antes y después).
<i>Variable independiente:</i> Aplicación de las herramientas de lean construcción como propuesta de mejora.	Según Rodríguez y otros (2012 pág. 89), es también conocida como construcción sin pérdidas y tomando como referencia a Lean Construction Institute es una novedosa forma de emplear la gestión de producción en el entorno de la construcción.	Para aplicar los principios de Lean Construction en la construcción de las unidades básicas de saneamiento, se utiliza las herramientas de esta filosofía durante la ejecución de una partida específica.	Cantidad de mano de obra antes y después de la aplicación de las herramientas de mejora	Trabajo productivo (TP) Trabajo contributorio (TC) Trabajo no contributorio (TNC) Análisis de cuadrillas Tren de actividades Plan maestro Reunión semanal Porcentajes de plan cumplido (PPC) Causas de no cumplimiento	Carta balance Last planner system	prueba de rangos de Wilcoxon, para estudio longitudinal no paramétricas, de dos muestras relacionadas (antes y después).
			Costo de mano de obra antes y después de la aplicación de las herramientas de mejora	Cuadrilla (hombres) Rendimiento (unidad/día) Jornada laboral (horas)	Análisis de precios unitarios	prueba de rangos de Wilcoxon, para estudio longitudinal no paramétricas, de dos muestras relacionadas (antes y después).

Fuente: Elaboracion propia.

3.1.5. Métodos Estadísticos

3.1.5.1 Prueba rangos de Wilcoxon

Para la presente investigación la validación de hipótesis se realiza mediante la prueba de rangos de Wilcoxon, ya que los datos son de estudio longitudinal no paramétricas, para muestras relacionadas.

- Selección completamente aleatoria de los grupos.
- Homogeneidad de las varianzas de la variable dependiente en ambos grupos.
- Distribución normal de la variable dependiente en los dos grupos.
- Nivel de intervalo de la variable dependiente.

Su función es comparar dos grupos de puntuaciones (medias aritméticas) y determinar que la diferencia no se deba al azar (que las diferencia sea estadísticamente significativa). Esta prueba tiene dos modalidades, una para muestras independientes y otra para grupos relacionados. (p.19)

3.2. Hipótesis de la Investigación

3.2.1. Hipótesis general.

La aplicación de las herramientas de lean construction mejora la productividad de los proyectos de saneamiento básico rural ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C. durante los periodos 2017 - 2019.

3.2.2. Hipótesis específicas.

HE1 Se determinó la productividad real antes y después de la aplicación de las herramientas lean construction, de los proyectos ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C.

HE2 Se ha optimizado la cantidad de mano de obra con aplicación de las herramientas carta balance y last planner system para los proyectos de saneamiento básico rural ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C.

HE3 Se determinó el costo unitario de mano de obra antes y después de la aplicación de las herramientas carta balance y last planner system para los proyectos ejecutados en la región de Puno por la empresa SICMA S.A.C.

3.3. Descripción general de los proyectos en estudio

Los proyectos que fueron estudiados en el presente proyecto de investigación, fueron 03 proyectos de saneamiento básico rural, en la que se escogió el ítem referente a la construcción de unidades básicas de saneamiento la cual muestra mayor uso de recursos de mano de obra, los proyectos en estudio fueron ejecutados dentro del periodo 2017 – 2019 en la Región de Puno por la empresa SICMA S.A.C., para lo cual se le denomina tal como se muestra a continuación:

Tabla 4
Proyectos en estudio

Item	Nombre Del Proyecto	Código Snip	Denominacion	Provincia
1	Mejoramiento del servicio de saneamiento básico integral en los sectores de Quesñani, Chirihuaya y Apallani de la Comunidad de Quiaca Ayllu, Dist. de Sandia, Prov. de Sandia – Puno.	313882	A	Sandia
2	Instalacion de sistema de agua potable y disposicion sanitaria de excretas en las Comunidades de Apissi, Pesqueria y Pucamocco del Distrito de Arapa - Provincia de Azangaro - Puno	318199	B	Azangaro
3	Instalacion del sistema familiar de tratamiento de aguas residuales sanitarias en las Comunidades y Parcialidades de las Zonas: Jorge basadre y Lago del Distrito de Huancane - Huancane – Puno.	212368	C	Huancane

Nota: Los proyectos que se muestran en la tabla fueron ejecutados en la región de Puno, por la empresa SICMA S.A.C. entre el periodo 2017- 2019. Fuente: Elaboración propia.

De los proyectos detallados en la tabla 4 se realizó la determinación de productividad inicial (P inicial), en relación a datos establecidos en el expediente técnico, en la cual al aplicarlo en campo se obtuvieron resultados de productividad real (P1 real), de los proyectos A, B y C. Y para finalizar se detalla la aplicación de una alternativa de mejora de productividad a través de la aplicación de lean para la construcción de unidades básicas de saneamiento en el proyecto C, en la que se logra obtener la productividad real (P2 real).

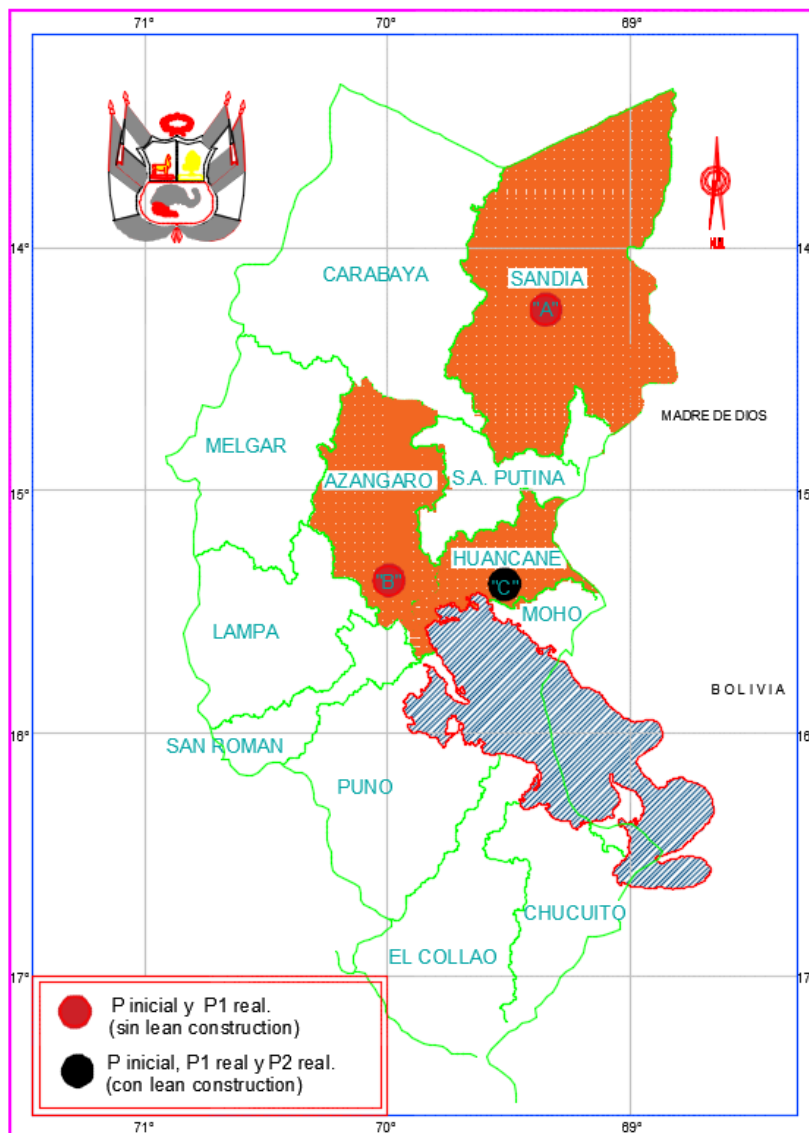


Figura 16. Ubicación de proyectos en estudio. Fuente propia.

3.3.1. Características técnicas de los proyectos en estudio

Los proyectos en estudio pertenecen a proyectos de saneamiento básico integral, en la que tienen en común la construcción de unidades básicas de saneamiento razón por la cual es estudiado en el presente proyecto de investigación.

3.3.1.1. Unidades básicas de saneamiento (UBS)

La presente, está compuesta por la construcción de UBS de 2.30m x 1.50m, sobre cimiento corrido de concreto simple, sobrecimientos, muro de soga con ladrillo King Kong, con cobertura fijada sobre una estructura de madera, con piso de concreto, tarrajado con mezcla

de cemento y arena, puerta metálica, ventana metálica, con sus respectivos aparatos sanitarios (inodoro, lavatorio y ducha); además cuenta con la instalación del sistema de tratamiento de aguas servidas a través de biodigestor de 600 litros de capacidad, caja de lodos y estructura de percolación o infiltración. A continuación, se muestra una la Figura 19 en la que se puede visualizar lo antes mencionado:



Figura 17. Maqueta de UBS del proyecto “B”. Fuente propia

3.3.1.2. Modalidad de ejecución y presupuesto

Los proyectos en estudio fueron ejecutados por contrata a precios unitarios⁸, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 5
Datos de contratación de los proyectos

Proyecto	Proceso de Selección	Sistema de contratación
A	LP. N° 002-2016-MPS/CS	Precios Unitarios
B	L.P. N° 001-2018/MDA/CS	Precios Unitarios
C	L.P. N° 001-2018-MPH	Precios Unitarios

A continuación se muestra el desagregado por ítem de presupuesto, de los 3 proyectos en estudio:

⁸ Precios unitarios, aplicable en las contrataciones de bienes, servicios en general, consultorías y obras, cuando no puede conocerse con exactitud o precisión las cantidades o magnitudes requeridas, Según Reglamento de la Ley N° 30225.

Tabla 6

Desagregado de presupuesto del proyecto "A"

Item	Descipcion	Monto S/.
1	Obras Provisionales Y Trabajos Preliminares Generales	281,898.07
2	Sistema De Agua Potable Y Ubs Sector Quesñani	1,091,533.69
3	Sistema De Agua Potable Y Ubs Chirihuaya Apallani	1,690,811.17
4	Capacitaciones Y Educacion Sanitaria	59,440.00
	Costo Directo	3,123,682.93
	Gastos Generales (9.95%)	310,806.45
	Utilidad (5.5%)	157,745.99
	Sub Total	3,592,235.37
	Igv (18%)	646,602.37
	Total	4,238,837.74
	Presupuesto Para Contrata	4,238,837.74

Tabla 7

Desagregado de presupuesto del proyecto "B"

Item	Descipcion	Monto S/.
1	Obras Preliminares	3,962.45
2	Pozo Tubular De 50 Mts De Profundidad De D=18"	171,960.63
3	Caseta De Bombeo De Pozo De 18"	21,992.43
4	Línea De Impulsion De (Tub. Hdp D= 2.5" L= 1628 Ml)	85,484.56
5	Panel De Celdas Solares Monocristalino De 60 Celulas de 255 W)	154,134.27
6	Cerco Perimetrico En Area De Captacion	38,542.22
7	Cruse Aereo L=10 M (1.0 Und) En Impulsion	7,430.06
8	Tanque Elevado De Concreto Armado De 60 M3 (H=20 Mt)	155,837.74
9	Red de distribucion, L=77440.08m	2,026,888.22
10	Cruse Aereo L=10 M (4.0 Und) En Redes De Distribucion	25,610.20
11	Camara Rompe Presion Tipo 7 Y Valvula De Purga	60,886.88
12	Caja De Válvula De Control Y Aire	32,316.02
13	Lavadero Multiuso Domiciliarias (511 Und)	309,709.98
14	Conexion Domiciliaria	138,787.60
15	Otros	39,464.14
16	Plan De Manejo Ambiental	23,734.00
17	Letrinas Con Arrastre Hidraulico (511 Und)	3,283,576.97
18	Componente Social	58,191.85
	Costo Directo	6,638,510.22
	Gastos Generales (9.81913167 %)	651,844.06
	Utilidad (7%)	464,695.72
	Sub Total	7,755,050.00
	Igv (18%)	1,395,909.00
	Total	9,150,959.00
	Presupuesto Para Contrata	9,150,959.00

Tabla 8

Desagregado de presupuesto del proyecto "C"

Item	Descripción	Monto S/.
1	Instalación De Baños Dignos En Zona Jorge Basadre	8,989,615.13
2	Instalación De Baños Dignos En Zona Lago	4,721,087.16
	Costo Directo	13,710,702.29
	Gastos Generales (3.8297696 %)	525,088.31
	Utilidad (3.49999438 %)	479,873.81
	Sub Total	14,715,664.41
	Igv (18%)	2,648,819.59
	Total	17,364,484.00
	Presupuesto Para Contrata	17,364,484.00

Haciendo un comparativo de los 3 proyectos en estudio, se tiene:

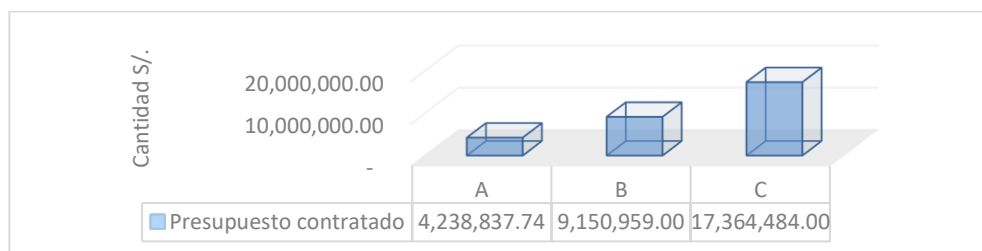


Figura 18. Presupuesto de los proyectos en estudio. Fuente propia.

3.3.1.3. Plazo de Ejecución

El plazo de ejecución de los proyectos en estudio fue variado ya que a lo largo de la ejecución se presentó causas no atribuibles al contratista que hicieron que esta aumente el plazo de ejecución, tal como se muestra en la siguiente figura:

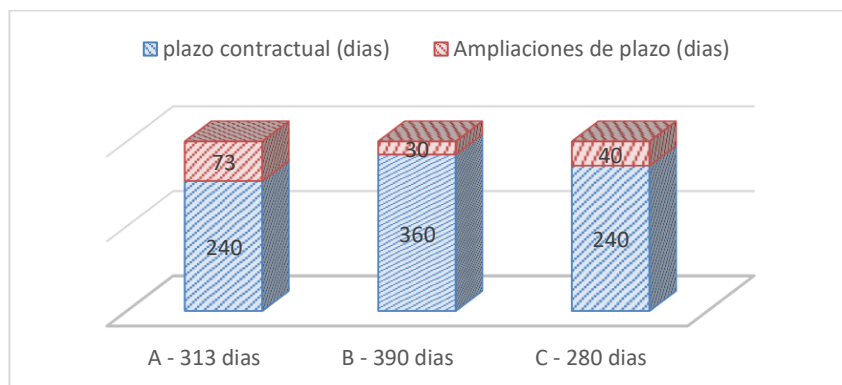


Figura 19. Plazo de ejecución de los proyectos en estudio, en días calendarios. Fuente propia.

3.3.1.3. Partidas para la construcción de unidades básicas de saneamiento

A continuación, se detalla las partidas que comprende la construcción de unidades básicas de saneamiento para cada uno de los proyectos en estudio, en la cual existe una variación en el número de partidas para cada proyecto, ya que los proyectistas encargados de la elaboración de los expedientes técnicos tomaron criterios distintos según su experiencia. Cabe mencionar que esta variación no será un impedimento para determinar la productividad, ya que cada una de ellas tienen una misma meta referente a su funcionalidad o propósito en la cual fueron diseñadas.

Tabla 9
Partidas que componen el proyecto "A"

Item	Nombre De La Partida	Unidad
03.09.01	Caseta Sanitaria	
03.09.01.01	Limpieza De Terreno Manual-Ubs	m2
03.09.01.02	Trazo Y Replanteo Preliminar -Ubs	m2
03.09.01.03	Excavacion Para Estructura-Ubs En Terreno Semi Rocoso	m3
03.09.01.04	Relleno Con Material Propio-Ubs	m3
03.09.01.05	Acopio Y Traslado De Piedra Mediana (Dist. 100m Prom.)	m3
03.09.01.06	Refine Y Nivelacion Compactado-Ubs	m2
03.09.01.07	Acarreo De Material Excedente (D=30 M)	m3
03.09.01.08	Cimiento Corrido C:H (1:10+30 % Pg.)	m3
03.09.01.09	Encofrado Y Desencofrado P/Sobrecimiento	m2
03.09.01.10	Concreto 1:8+25% Pm P/Sobrecimientos-Ubs	m3
03.09.01.11	Encofrado Y Desencofradop/Vereda-Ubs	m2
03.09.01.12	Piso Y Vereda E=10cm Cs 1:10+30%Pm	m2
03.09.01.13	Acero Estructural Trabajado P/Viguetas-Ubs	kg
03.09.01.14	Encofrado Y Desencofrado P/Viguetas-Ubs	m2
03.09.01.15	Concreto F 'C=175 Kg/Cm2 P/Viguetas-Ubs	m3
03.09.01.16	Muro De Soga Ladrillo K.K. C.A. 1:4, E=1.5cm	m2
03.09.01.17	Tarrajeo En Dinteles C/M 1:5, E=1.5cm	m2
03.09.01.18	Pisos Pulidos Con Ocre	m2
03.09.01.19	Zocalo Y Muro Tarrajeado Int. (C.A. 1:5 E=1.5cm)	m2
03.09.01.20	Zocalo Tarrajeado Ext. (C.A. 1:5 E=1.5cm)	m2
03.09.01.21	Sum. E Instal. De Puerta Metalica	und
03.09.01.22	Sum. E Inst. De Ventana	und
03.09.01.23	Viga De Madera 2"X3"X10'	und
03.09.01.24	Correa De Madera 2"X2"X10'	und
03.09.01.25	Cobertura Con Calamina	m2
	Sumin. E Instal. Inodoro Tanque Bajo Y Lavamano C/Accesorios	
03.09.01.26	Color-Ubs	und
03.09.01.27	Sum. E Instal. De Tuberia Y Accesorios Ntp 399.002	und
03.09.01.28	Sumin. E Instal. Accesorios De Ducha-Ubs	und
03.09.01.29	Sumin. E Instal. De Accesorios Y Tuberia Ntp 399.003-Ubs	und
03.09.01.30	Sumin. E Instal. Caja Registro Csn Int. 50x30x30cm-Ubs	und

03.09.01.31	Pintura En Muros Exteriores	m2
03.09.02	Sistema De Tratamiento Para Viviendas (133 Und)	
03.09.02.01	Limpieza De Terreno Manual-Ubs	m2
03.09.02.02	Trazo Y Replanteo Preliminar -Ubs	m2
03.09.02.03	Excavacion Para Estructura-Ubs	m3
03.09.02.04	Refine Y Nivelacion Compactado-Ubs	m2
03.09.02.05	Relleno Con Material Propio Seleccionado-Ubs	m3
03.09.02.06	Acarreo De Material Excedente (D=30 M)	m3
03.09.02.07	Acero Estructural Trabajado P/Tapa De Camara De Lodos-Ubs	kg
03.09.02.08	Encofrado Y Desencofrado P/Camara De Lodos Y Tapa	m2
03.09.02.09	CONCRETO F'c= 175kg/Cm2 P/CAMARA DE LODOS Y TAPA-UBS	m3
03.09.02.10	Sumin. E Instal. De Tuberia De Derivacion Ntp 399.003-Ubs	und
	Sum. E Instal. De Biodigestor De Polietileno Cap. 600l C/Certificado	
03.09.02.11	De Calidad	und
03.09.03	Pozo Percolador-Ubs (133 Und)	
03.09.03.01	Limpieza De Terreno Manual-Ubs	m2
03.09.03.02	Trazo Y Replanteo Preliminar -Ubs	m2
03.09.03.03	Excavacion Para Estructura-Ubs	m3
03.09.03.04	Acopio Y Traslado De Piedra Mediana (Dist. 100m Prom.)	m3
03.09.03.05	Relleno Con Material Propio Seleccionado-Ubs	m3
03.09.03.06	Acarreo De Material Excedente (D=30 M)	m3
03.09.03.07	Concreto Ciclopeo F'c=140 Kg/Cm2 + 70 % PG.	m3
03.09.03.08	Acero Estructural Trabajado P/Tapa De Pozo-Ubs	kg
03.09.03.09	Encofrado Y Desencofrado P/Tapa De Pozo-Ubs	m2
03.09.03.10	Concreto F 'C=175 Kg/Cm2 P/Tapa De Pozo	m3
03.09.03.11	Piedra Asentada Y Emboq. C/Mortero 1:1:4 (Cem:Cal:Arena)	m3
03.09.03.12	Sumin. E Instal. Accesorio Y Tuberia De Derivacion Ntp 399.003-Ubs	und
03.09.03.13	Sumin. E Instal. De Accesorios De Ventilacion	glb

Nota. - Las partidas correspondientes al proyecto "A" cuentan con un total de 55 partidas.

Tabla 10

Partidas que componen el proyecto "B"

Item	Nombre De La Partida	Unidad
17	Letrinas Con Arrastre Hidraulico (511 Und)	
17.01	Trabajos Preliminares	
17.01.01	Limpieza De Terreno	M2
17.01.02	Trazo Y Replanteo	M2
17.02	Movimiento De Tierras	
17.02.01	Excavacion Manual	M3
17.02.02	Refine, Nivelacion Y Compactacion	M2
17.03	Obras De Concreto Simple	
17.03.01	Cimientos Corridos Mezcla 1:8+30%P.M.	M3
17.03.02	Concreto Fc=175 Kg/Cm2 En Sobrecimientos	M3
17.03.03	Encofrado Y Desencofrado Normal	M2
17.04	Muros Y Tabiques De Albañileria	
17.04.01	Muro De Ladrillo Mecanizado Soga De 12x24x9 Cm Con Cemento-Arena	M2
17.05	Coberturas	
17.05.01	Cobertura Tipo I Letrinas Y Duchas	Und
17.06	Revoques Y Enlucidos	

17.06.01	Tarrajeo En Interior Mezcla 1:5	M2
17.07	Pisos Y Pavimentos	
17.07.01	Concreto Fc=140 Kg/Cm2 En Piso	M3
17.08	Carpinteria De Madera	
17.08.01	Puerta De Madera Para Letrinas	Und
17.08.02	Ventana De Madera Segun Detalle	Und
17.09	Instalaciones Sanitarias	
17.09.01	Aparatos Y Accesorios Sanitarios	
17.09.01.01	Inodoro Tanque Bajo	Und
17.09.01.02	Lavatorio	Und
17.09.03	Pozo De Percolacion	
17.09.03.01	Trabajos Preliminares	
17.09.03.01.01	Limpieza De Terreno	M2
17.09.03.01.02	Trazo Y Replanteo	M2
17.09.03.02	Movimiento De Tierras	
17.09.03.02.01	Excavacion Manual	M3
17.09.03.03	Varios	
17.09.03.03.01	Tuberia Pvc Sal 2"	M
17.09.03.03.02	Filtro De Grava 1/2" - 1"	M3
17.09.04	Instalacion De Bio Digestor	
17.09.04.01	Movimiento De Tierras	
17.09.04.01.01	Excavacion Manual	M3
17.09.04.02	Concreto Simple	
17.09.04.02.02	Concreto Fc=140 Kg/Cm2 Caja Secado De Lodos	M3
17.09.04.03	Suministro E Instalacion De Bio Digestor	
17.09.04.03.01	Bio Digestor Inc/Acesorios	Und
17.11	Pintura	
17.11.01	Pintura En Interiores	M2
13	Lavadero Multiuso Domiciliarias (511 Und)	
13.01	Trabajos Preliminares	
13.01.01	Limpieza De Terreno	M2
13.01.02	Trazo Y Replanteo Lavaderos Multiuso	M2
13.02	Movimiento De Tierras	
13.02.01	Excavacion Manual	M3
13.02.02	Refine, Nivelacion Y Compactacion	M2
13.03	Obras De Concreto Simple	
13.03.01	Concreto Ciclopeo Fc=140 Kg/Cm2	M3
13.04	Obras De Concreto Armado	
13.04.01	Concreto Fc=175 Kg/Cm2 Losa Fondo, Tapa Y Muro	M3
13.04.02	Encofrado Y Desencofrado Normal	M2
13.04.03	Acero De Refuerzo Fy 4200 Kg/Cm2 -	Kg
13.05	Revoques Y Enlucidos	
13.05.01	Tarrajeo Mezcla 1:5 Piletas	M2
13.06	Suministro E Instalacion De Accesorios	
13.06.01	Suministro Y Colocación De Accesorios En La Piletas Domiciliarias	Und

Nota. - Las partidas correspondientes al proyecto "B" cuentan con un total de 34 partidas.

Tabla 11

Partidas que componen el proyecto "C".

Item	Nombre De La Partida	Unidad
1.02	Instalacion De Unidad Basica De Saneamiento	
01.02.01	Trabajos Preliminares	
01.02.01.01	Limpieza Del Terreno Manual	m2
01.02.01.02	Trazo, Niveles Y Replanteo Durante El Proceso	m2
01.02.02	Estructuras	
01.02.02.01	Movimiento De Tierras	
01.02.02.01.01	Excavaciones	
01.02.02.01.01.01	Excavacion De Zanja Para Cimientos	m3
01.02.02.01.01.02	Excavacion De Zanjas Para Sistema De Desague	m3
01.02.02.01.02	Rellenos	
01.02.02.01.02.01	Relleno Con Material Propio	m3
01.02.02.01.02.02	Nivelacion Interior Y Apisonado	m2
01.02.02.01.03	Eliminacion De Material Excedente	
01.02.02.01.03.01	Eliminacion Manual De Material Excedente D=30m	m3
01.02.02.02	Obras De Concreto Simple	
01.02.02.02.01	Cimientos Corridos	
01.02.02.02.01.01	Cimientos Corridos Mezcla 1:10 +30% P.M.	m3
01.02.02.02.02	Sobrecimientos	
01.02.02.02.02.01	Concreto 1:8+25% P.M. Para Sobrecimientos	m3
01.02.02.02.02.02	Encofrado Y Desencofrado Sobrecimiento	m2
01.02.02.02.03	Falso Piso	
01.02.02.02.03.01	Concreto Simple Falso Piso 4"	m2
01.02.02.02.04	Caja De Registro	
01.02.02.02.04.01	Suministro E Instalacion De Caja De Concreto Prefabricado 12" X 24"	und
01.02.02.03	Obras De Concreto Armado	
01.02.02.03.01	Vigas	
01.02.02.03.01.01	Concreto En Vigas F'c=175 Kg/Cm2	m3
01.02.02.03.01.02	Encofrado Y Desencofrado En Vigas	m2
01.02.02.03.01.03	Acero De Refuerzo Fy=4,200 Kg/Cm2 D=3/8" En Vigas	kg
01.02.02.03.01.04	Acero De Refuerzo Fy=4,200 Kg/Cm2 D=8mm En Vigas	kg
01.02.02.04	Cobertura Para Baños Dignos	
01.02.02.04.01	Suministro E Instalacion De Tijerales De 2"X3" Madera Aguano	m
01.02.02.04.02	Suministro E Instalacion De Correas De 2"X2" Madera Aguano	m
01.02.02.04.03	Suministro E Instalacion De Plancha De Fibrocarbono	m2
01.02.03	Arquitectura	
01.02.03.01	Muros Y Tabiques De Albañileria	
01.02.03.01.01	Muro De Soga Ladrillo K.K. Mecanizado (0.10 X 0.14 X 0.24 Cm)	
01.02.03.01.01	Junta 1.5 Cm. C:A 1:5	m2
01.02.03.02	Revoques Y Revestimientos	
01.02.03.02.01	Tarrajeo En Exteriores (Mezcla C:A 1:5)	m2
01.02.03.02.02	Tarrajeo En Interiores (Mezcla C:A 1:5)	m2
01.02.03.02.03	Vestidura De Derrames (Mezcla C:A 1:5) E=15 Cm	m
01.02.03.03	Pisos Y Pavimentos	
01.02.03.03.01	Veredas	
01.02.03.03.01.01	Concreto F'c=140 Kg/Cm2 De 4" En Veredas	m2

01.02.03.03.01.02	Encofrado Y Desencofrado En Veredas	m2
01.02.03.03.02	Pisos	
01.02.03.03.02.01	Piso De Cemento Acabado Pulido	m2
01.02.03.04	Carpinteria Metalica Y Herreria	
01.02.03.04.01	Puerta Metalica Según Diseño 1.80m X 0.80 M	und
01.02.03.04.02	Ventana Metalica Según Diseño 0.55m X 0.50 M	und
01.02.03.05	Vidrios, Cristales Y Similares	
01.02.03.05.01	Vidrio Semidoble Incoloro Crudo	m2
01.02.03.06	Pintura	
01.02.03.06.01	Pintura Latex En Muros Exteriores	m2
01.02.03.06.02	Pintura Latex En Muros Interiores	m2
01.02.04	Instalaciones Sanitarias	
01.02.04.01	Aparatos Sanitarios Y Accesorios	
01.02.04.01.01	Suministro E Instalacion De Aparatos Sanitarios Inc/Accesorios	und
01.02.04.01.02	Suministro E Instalacion De Ducha Cromada	und
01.02.04.02	Sistema De Agua Fria	
01.02.04.02.01	Suministro E Instalacion De Valvula De Control De Pvc Dn=1/2"	und
	Suministro E Instalacion De Tuberia Pvc Ntp 399.002 C-10 Dn=1/2"	m
01.02.04.02.02	Suministro E Instalacion De Codo Pvc 90º Dn=1/2" Ntp 339.019	und
01.02.04.02.03	Suministro E Instalacion De Tee Pvc Dn=1/2" Ntp 339.019	und
01.02.04.02.04	Suministro E Instalacion Llave De Ducha	und
01.02.04.03	Sistema De Agua Caliente	
01.02.04.03.01	Suministro E Instalacion De Tuberia Cpvc Astm D 2846 Para 82°C Y 100 Psi, Dn=1/2"	m
01.02.04.03.02	Suministro E Instalacion De Codo Cpvc Astm D 2846 Para 82°C Y 100 Psi, Dn=1/2"	und
01.02.04.03.03	Suministro E Instalacion De Tee Cpvc Astm D 2846 Para 82°C Y 100 Psi, Dn=1/2"	und
01.02.04.03.04	Suministro E Instalacion De Tapon Cpvc Astm D 2846 Para 82°C Y 100Psi, Dn=1/2"	und
01.02.04.04	Sistema De Desague	
01.02.04.04.01	Suministro E Instalacion De Tuberia Pvc Ntp 399.003 C-L Dn=2"	m
01.02.04.04.02	Suministro E Instalacion De Tuberia Pvc Ntp 399.003 C-L Dn=4"	m
01.02.04.04.03	Suministro E Instalacion Sumidero Cromado D=2"	und
01.02.04.04.04	Suministro E Instalacion De Yee Doble Pvc Con Reduccion De 4" - 2" Ntp 399.003	und
01.02.04.04.05	Suministro E Instalacion De Trampa Pvc "P" Con Registro Dn=2"	und
01.02.04.04.06	Suministro E Instalacion De Yee Pvc Simple Dn=2" Ntp 399.003	und
01.02.04.04.07	Suministro E Instalacion De Tee Pvc Ntp 339.003 C-L Dn=2"	und
01.02.04.04.08	Suministro E Instalacion De Codo Pvc De 90º Dn=4" Ntp 399.003	und
01.02.04.04.09	Suministro E Instalacion De Codo Pvc De 90º Dn=2" Ntp 399.003	und
01.02.04.04.10	Suministro E Instalacion De Codo Pvc De 45º Dn=2" Ntp 399.003	und
01.02.04.05	Instalacion De Lavatorios Domiciliarios	
01.02.04.05.01	Trabajos Preliminares	
01.02.04.05.01.01	Limpieza Del Terreno Manual	m2
01.02.04.05.01.02	Trazo Y Replanteo Para Lavatorios Domiciliarias	m2
01.02.04.05.02	Movimiento De Tierras	
01.02.04.05.02.01	Excavacion Manual En Terreno Normal	m3

01.02.04.05.03	Obras De Concreto Simple	
01.02.04.05.03.01	Concreto F'c=140 Kg/Cm En Lavatorios Domiciliarias	m3
01.02.04.05.03.02	Encofrado Y Desencofrado En Lavatorios Domiciliaria	m2
01.02.04.05.04	Obras De Concreto Armado	
01.02.04.05.04.01	Concreto F'c=175 Kg/Cm2 En Lavatorios Domiciliaria	m3
01.02.04.05.04.02	Encofrado Y Desencofrado En Lavatorios Domiciliaria	m2
01.02.04.05.04.03	Acero De Refuerzo Fy=4,200 Kg/Cm2 D=3/8" En Piletas Domiciliarias	kg
01.02.04.05.04.04	Acero De Refuerzo Fy=4,200 Kg/Cm2 D=8mm En Piletas Domiciliarias	kg
01.02.04.05.05	Salida De Agua Fria	
01.02.04.05.05.01	Suministro E Instalacion De Tuberia Pvc Ntp 399.002 C-10 Dn=1/2"	m
01.02.04.05.05.02	Suministro E Instalacion De Union Presion Rosca (Upr) Pvc Dn=1/2" Ntp 399.019	und
01.02.04.05.05.03	Suministro E Instalacion De Tee Pvc Dn=1/2" Ntp 339.019	und
01.02.04.05.05.04	Suministro E Instalacion De Codo Pvc 90° Dn=1/2" Ntp 339.019	und
01.02.04.05.05.05	Suministro E Instalacion De Codo Fºgº D= 1/2" X 90°	und
01.02.04.05.05.06	Suministro E Instalacion De Grifo Para Agua Fria Dn= 1/2"	und
01.02.04.05.05.07	Suministro E Instalacion De Niple Fºgº D= 1/2" X 5 Cm	und
01.02.04.05.05.08	Suministro E Instalacion De Union Simple De Fºgº De 1/2"	und
01.02.04.05.05.09	Sumidero De Bronce Roscado 2"	und
01.02.04.05.05.10	Suministro E Instalacion De Codo Pvc De 90° Dn=2" Ntp 399.003	und
01.02.04.05.05.11	Suministro E Instalacion De Tuberia Pvc Ntp 399.003 C-L Dn=2"	m
01.02.04.05.06	Revoques Y Revestimientos	
01.02.04.05.06.01	Tarrajeo En Exteriores (Mezcla C:A 1:5)	m2
01.02.04.05.07	Pintura	
01.02.04.05.07.01	Pintura Latex En Piletas Domicilearias	m2
01.02.05	Instalaciones Electricas	
01.02.05.01	Salida De Luz En Techo Con Cable Awg Tw 2.5 Mm (14) + D Pvc Sel 16mm (5/8")	pto
01.02.05.02	Salida Para Tomacorriente Bipolar Simple	pto
01.02.06	Instalacion De Tanque Biodigestor	
01.02.06.01	Trabajos Preliminares	
01.02.06.01.01	Limpieza De Terreno Para Biodigestores Y Area De Infiltracion	m2
01.02.06.01.02	Trazo Y Replanteo Inicial Y Durante El Proceso Constructivo	m2
01.02.06.02	Movimiento De Tierras	
01.02.06.02.01	Excavaciones	
01.02.06.02.01.01	Excavacion Manual Para Biodigestor	m3
01.02.06.02.01.02	Excavacion Manual Para Caja De Registro De Lodos	m3
01.02.06.02.01.03	Excavacion Manual De Zanjas	m3
01.02.06.02.02	Refine Y Nivelación	
01.02.06.02.02.01	Nivelacion Interior Y Apisonado En Biodigestor	m2
01.02.06.02.02.02	Nivelacion Y Apisonado En Caja De Registro De Lodos Y Distribucion	m2
01.02.06.02.02.03	Refine Y Nivelacion Zanja De Infiltracion Terreno Normal	m2
01.02.06.02.03	Rellenos	
01.02.06.02.03.01	Relleno Con Material Propio	m3

01.02.06.02.03.02	Relleno Con Piedra De Canto Rodado 1/2" En Zanja De Infiltracion	m3
01.02.06.02.04	Eliminacion De Material Excedente	
01.02.06.02.04.01	Eliminacion Manual De Material Excedente D=30m	m3
01.02.06.03	Sistema De Drenaje	
01.02.06.03.01	Suministro E Instalacion De Tuberia Pvc Ntp 399.003 C-L Dn=2"	m
01.02.06.03.02	Suministro E Instalacion De Tuberia Pvc Ntp 399.003 C-L Cribado Dn=2"	m
01.02.06.03.03	Suministro E Instalacion De Tee Pvc Ntp 339.003 C-L Dn=2"	und
01.02.06.03.04	Suministro E Instalacion De Codo 90° Pvc Dn=2" Ntp 399.003	und
01.02.06.03.05	Suministro E Instalacion De Tapon Pvc Dn=2" Ntp 399.003	und
01.02.06.04	Caja De Registro De Lodos	
01.02.06.04.01	Caja De Concreto Para Lodos	
01.02.06.04.01.01	Concreto Simple Fc=100 Kg/Cm2 En Caja De Lodos	m3
01.02.06.04.01.02	Encofrado Y Desencofrado En Caja De Registro De Lodos	m2
01.02.06.04.02	Tapas De Concreto Para Registro De Lodos Y Caja De Distribucion	
01.02.06.04.02.01	Concreto En Caja De Registro F'c=175 Kg/Cm2	m3
01.02.06.04.02.02	Encofrado Y Desencofrado En Caja De Registro	m2
01.02.06.04.02.03	Acero De Refuerzo Grado 60 Fy=4,200 Kg/Cm2 En Caja De Registro	kg
01.02.06.05	Biodigestor Clarificador De 600 Litros	
01.02.06.05.01	Suministro E Instalacion De Biodigestor Clarificador De 600 Litros	und

Nota. - Las partidas correspondientes al proyecto "C" cuentan con un total de 98 partidas.

De las tablas 9, 10 y 11 en las que se tiene variación entre el número de partidas, para el presente proyecto de investigación se consideró el proyecto "B" con 34 partidas, ya que estas son las más incidentes y preponderantes en el proceso constructivo de las unidades básicas de saneamiento (UBS).

Se tiene una población de N=34

3.4. Población y muestra de la investigación

3.4.1. Población involucrada

La población se define como el conjunto de elementos a estudiar. Si necesitamos estudiar, por ejemplo, los problemas estructurales de los puentes peatonales en la ciudad de Lima, el universo será todo puentes peatonales en esta ciudad (Borja, 2012, pág. 31). Por lo que el tamaño de la población de esta investigación sería para número total de partidas que comprende la construcción de unidades básicas de saneamiento, la misma que asciende a una población total de (34).

3.4.2. Muestra analizada

La muestra es un subgrupo representativo de la población o universo, en el que se deben recopilar datos. Por ejemplo, si la población son todos puentes peatonales en la ciudad de Lima, la muestra será un puente peatonal en esa ciudad (Borja, 2012, pág. 31). Para determinar la muestra de productividad en la construcción de unidades básicas de saneamiento la muestra será las partidas o actividades que la componen, las cuales requieren tener un 95% de nivel de confianza que el tamaño de la muestra es representativo. Como no existen estudios previos, la probabilidad que la hipótesis sea verdadera es igual a que no lo sea, por ello consideramos $p = q = 50\%$.

3.4.2.1 Paso 1

Cálculo para el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2(N-1) + Z^2 \times p \times q} \dots \text{Ecuación (6)}$$

De donde:

n: Tamaño de la muestra que se va analizar.

N: Tamaño de la población a abarcada.

Z: Coeficiente de confiabilidad.

e: Error de estimación máximo aceptado

p: Probabilidad de que la hipótesis ocurra.

q: Probabilidad de que la hipótesis no ocurra

Tabla 12
Nivel de confianza

Nivel de confianza	Coeficiente de confiabilidad (Z)
99%	2.58
98%	2.33
97%	2.17
96%	2.05
<u>95%</u>	<u>1.96</u>
90%	1.65
80%	1.28
50%	0.67

Fuente: (Borja, 2012, pág. 31)

Por lo que:

n: Tamaño de la muestra que se va analizar.

N: 34

Z: 1.96 (de la tabla 12)

e: 5%

p: 50%

q: 50%

Reemplazando datos en la ecuación 6:

$$n = \frac{34 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2(34 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 31.31 \approx 32 \text{ (partidas)}$$

3.4.2.2 Paso 2

La muestra en estudio está conformada por 32 partidas que componen la construcción de unidades básicas de saneamiento, contenidas en los expedientes técnicos de los proyectos en estudio; la selección de las partidas a estudiar se dio tomando el criterio de elegir aquellas partidas más incidentes en relación a cantidad de mano de obra, así como también con la opinión de del juicio de expertos (Residentes de obra, Ingenieros de producción y maestros de obra de cada proyecto), de acuerdo con las posibilidades económicas, la accesibilidad al proyecto y el tiempo de ejecución. A continuación, se detalla las partidas seleccionadas.

Tabla 13

Muestra seleccionada a analizar

Ite m	Descripcion De Partida	Und	Metrado Proyecto A	Metrado Proyecto B	Metrado Proyecto C
	Unidad basica de saneamiento				
	Caseta Sanitaria				
	Estructuras				
	Trazo y replanteo				
1	Trazo y replanteo para ubs	m2	7.38	7.54	8.12
	Movimiento de tierras				
2	Excavacion para cimiento	m3	1.27	1.20	0.91
3	Eliminacion de material excedente	m3	1.59	1.50	0.86
	Obras de concreto				
4	Vaciado de cimiento corrido	m3	1.27	1.20	0.68
5	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	m2	4.71	4.14	5.56
6	Vaciado de concreto para sobrecimiento	m3	0.35	0.30	0.41

Albañileria					
7	Asentado de muro caravista	m2	15.89	14.08	13.46
8	Encofrado y desencofrado para viga dintel	m2	0.19	0.54	0.83
9	Vaciado de concreto para dintel	m3	0.01	0.04	0.06
Instalaciones					
Instalaciones de desague					
10	Instalacion de tuberia y accesorios para desague	und	1.00	1.00	1
Instalaciones de agua					
11	Instalación de tuberías y accesorios para agua	und	1.00	1.00	1
12	Suministro e intalacion de accesorios de ducha	und	1.00	-	2.00
13	Instalación de aparatos sanitarios	und	1.00	1.00	1.00
Instalaciones electricas					
14	Instalación de luz en techo incluye cableado	pto	-	-	3.00
15	Salida de tomacorriente bipolar simple	pto	-	-	3.00
Otras instalaciones					
16	Instalacion de puerta y ventana	und	2.00	2.00	2.00
17	Instalacion de techo	m2	7.13	5.83	6.13
Lavatorio					
18	Excavacion para lavatorio	m3	0.18	0.18	0.12
19	Habilitacion de acero para estructura de lavatorio	kg	11.39	11.39	11.04
20	Encofrado y desencofrado para lavatorio	m2	4.97	4.97	3.57
21	Vaciado de concreto F'c=175kg/cm2	m3	0.11	0.11	0.17
Acabados					
22	Tarrajeo en interior en ubs	m2	17.52	15.97	18.39
23	Vaciado de concreto para piso	m2	6.49	5.24	5.07
24	Pintura en muros interiores	m2	17.52	15.97	18.39
Sistema de tratamiento para ubs's					
Movimiento de tierras					
25	Excavacion para biodigestor.	m3	4.24	4.24	3.43
26	Nivelado y compactado	m2	2.72	2.72	3.19
27	Relleno con material propio	m3	3.74	3.74	2.72
Instalaciones					
Biodigestor					
28	Instalacion de biodigestor	und	1.00	1.00	1.00
Caja de lodos					
29	Encofrado y desencofrado para caja de lodos	m2	2.52	2.00	3.36
30	Vaciado de concreto para caja de lodos	m3	0.20	0.14	0.23
31	Habilitacion de acero para tapa de caja de lodos	kg	4.58	4.58	4.96
Percolacion y/o infiltracion					
32	Instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.	und	1.00	1.00	1

Fuente. - Elaboración propia.

3.5. Técnica e instrumento de recolección de datos, validez

3.5.1. Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos en una investigación son tipos de herramientas que se utilizan para obtener información (UNINAV, 2017, pág. 28). En el presente proyecto de investigación, mediante la inspección visual se implementó el uso de formatos de recolección de datos, con el fin de recopilar toda la información percibida mediante la observación directa. Los formatos de recolección de datos aplicados durante la ejecución unidades básicas de saneamiento se describen a continuación:

- Formato No 1 (Ficha de recolección de datos), se utilizó para registrar la producción diaria que realiza la cuadrilla, número de integrantes que la componen y cargo que ocupan, con la finalidad de obtener la producción diaria para las 32 partidas que componen el proceso constructivo de las unidades básicas de saneamiento (UBS).

3.5.2. Validez de instrumento de recolección de datos

La validez se refiere a la exactitud que un instrumento realmente mide la variable que desea evaluar. Existen tres tipos; validez de contenido, validez de criterio y validez constructo (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014, pág. 201). En esta investigación se realizó la validez de contenido; con el criterio de un juez experto en estadística, de la cual se recolecta datos de producción para las 32 partidas en estudio.

Estos jueces expertos aprobaron la validez de los formatos de recolección de datos.

Tabla 14
Coefficiente de validez de formato 1 por juicio de experto

Instrumento	Experto N° 01	Categoría	Intervalo de Validez
Formato N° 1 (Ficha de recolección de datos)	Validado	Aprobado	8 - 10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15
Categoría e intervalo de validez

Categoría	Intervalo
Desaprobado	0 - 3
Observado	4 - 7
Aprobado	8 - 10

Fuente: Calificación global, validación de formato 1.

3.6. Análisis de datos recolectados

El análisis de los datos recolectados se hará de manera independiente para cada una de las 32 partida que componen el proceso constructivo de las unidades básicas de saneamiento, antes y después de la aplicación de las herramientas de lean construction. En la que se realizará una comparación de la productividad, cantidad de mano de obra utilizada, así como también el costo unitario por unidad básica de saneamiento que esta representa, con la finalidad de mejorar la productividad.

Tabla 16
Principios de las herramientas lean construction usados para el análisis de los datos.

Principios	Herramientas Lean Construction					
	Carta Balance Trabajo productivo, Trabajo contributorio y Trabajo no contributorio.	Sectorización	Last Planner System			Porcentajes de plan cumplido
			Análisis de cuadrillas	Tren de Actividades	Plan maestro	
Identifica actividades que no agregan valor	X			X	X	
Reducir variabilidad	X			X	X	
Reducir el tiempo del ciclo				X	X	
Reducir el tamaño de lote		X				
Aumentar la flexibilidad						
Seleccionar un enfoque de control de producción adecuado	X					
Estandarizar	X	X	X	X	X	X
Instituir la mejora continua	X					X
utilizar gestión visual	X	X	X	X	X	X

Diseñar el sistema de producción para el flujo y el valor	X		
Asegurar la captura integral de los requisitos		Cumplir Con Las Especificaciones Técnicas Del Proyecto.	
Centrarse en la selección del concepto		Cumplir Con Las Metas Del Proyecto.	
Asegurar el requisito de flujo descendente		X	X
Decidir por consenso, considerar todas las opciones		X	
Cultivar una red extendida de socios		Involucrar A Los Interesados En El Proyecto.	

Fuente: Elaboracion propia.

3.7. Procedimiento de recolección y análisis de datos.

A continuación, se mostrará el procedimiento de recolección y análisis de datos, resumidos en 11 pasos planteados por el autor de la presente investigación, la cuales se detallan a continuación:

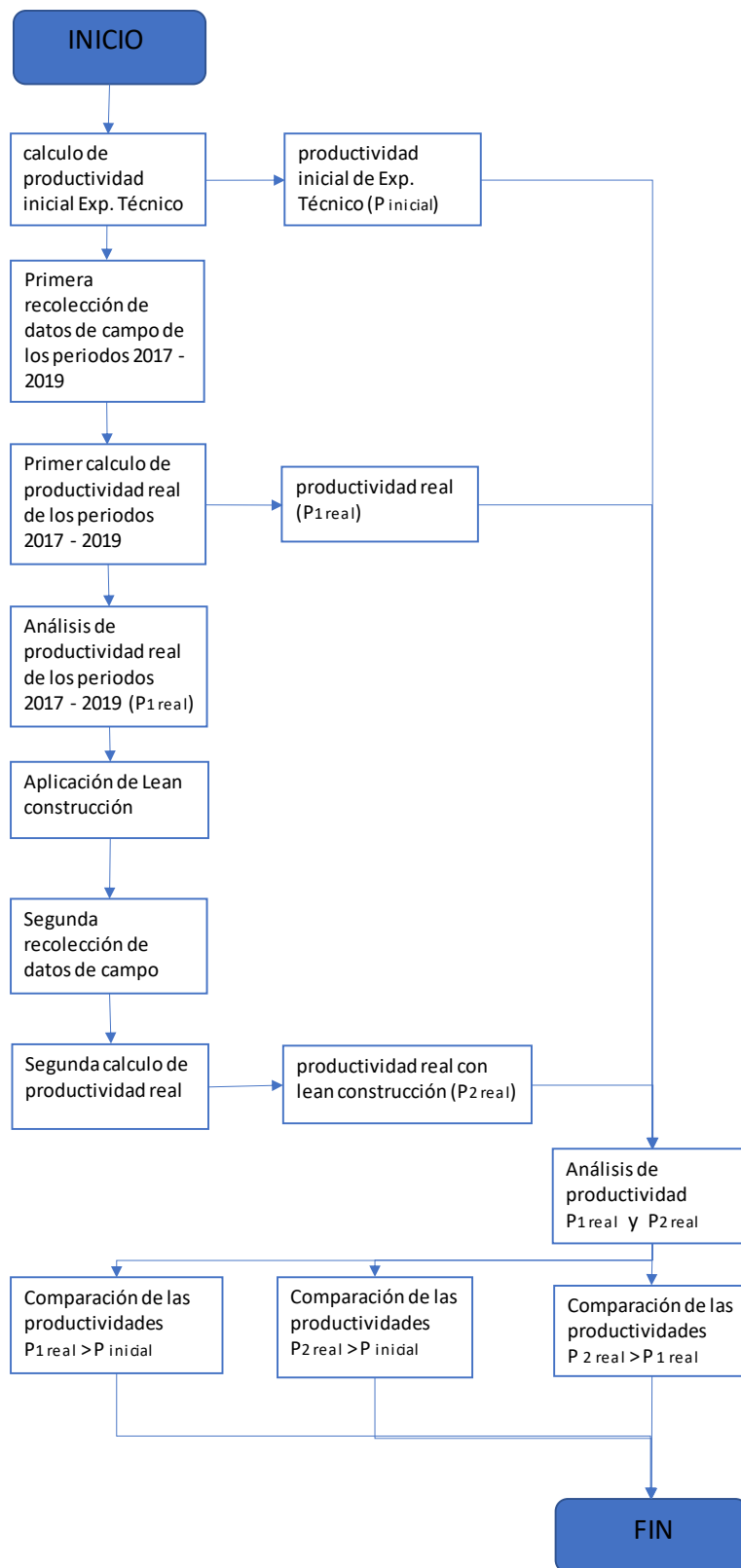


Figura 20. Procedimiento para la recolección y análisis de datos. Fuente propia.

3.6.1.1 Paso 1 (Inicio).

Para el inicio de la recolección de datos, para la ejecución del presente proyecto de investigación es necesario tener como base los rendimientos de mano que obra que considera el expediente técnico, así como también otros documentos necesarios relacionados al proyecto en ejecución.

3.5.1.2 Paso 2 (Calculo de la productividad inicial expediente técnico - P inicial).

Para determinar la productividad inicial para el presente proyecto de investigación, se toma los datos que establece el análisis de precios unitarios del expediente técnico en relación a recursos utilizados de mano de obra para cada una de las partidas en estudio. Para lo cual aplicaremos la siguiente formula

$$Productividad_{inicial} = \frac{\text{Producción por día}}{\text{Jornada} \times \text{Cuadrilla}} \dots \text{Ecuación (6)}$$

En donde:

Producción inicial : Avance que realiza la cuadrilla en determinado tiempo (und).

Jornada : Horas que trabaja la cuadrilla en determinado tiempo (horas).

Cuadrilla : Personal obrero que interviene en la actividad (hombre).

Los resultados obtenidos en este procedimiento, se toman como un punto de inicio o referencia la cual denominamos productividad inicial.

3.5.1.3 Paso 3 (Primera recolección de datos de campo de los periodos 2017 - 2019).

Para la recolección de datos de campo, de los periodos 2017 – 2019, se las partidas de los proyectos A, B y C.

- Con la ayuda de formatos de recolección de datos obtendremos la producción diaria que tiene cada partida para cada uno de los proyectos en estudio.

3.5.1.4 Paso 4 (Primer cálculo de productividad real de los periodos 2017 – 2019, P 1 real).

De los datos obtenidos en el paso 4, se determinó la productividad real de los proyectos ejecutados dentro del periodo 2017 – 2019, para la cual se usó la siguiente formula:

$$Productividad\ 1\ inicial = \frac{\sum Produccion}{\sum Duracion\ de\ trabajo\ X\ Cuadrilla} \dots \text{Ecuación (7)}$$

En donde:

Producción 1 inicial : Avance total que realiza la cuadrilla (und).

Duración de trabajo : \sum Tiempo total que trabaja la cuadrilla (horas).

Cuadrilla : \sum Personal obrero que interviene en la actividad (hombre).

Cabe mencionar que la productividad obtenida en este procedimiento es aquella antes de la aplicación de lean construction.

3.5.1.5 Paso 5 (Análisis de productividad real – P 1 real de los periodos 2017 - 2019).

Se realizó un análisis comparativo entre la productividad base (P base) y la productividad real (P 1 real) en la que:

- Si (P1 real > P inicial), entonces se obtuvo una mayor productividad en la ejecución de la partida, según lo propuesto en el expediente y ahí es donde se para el siguiente procedimiento se puede usar la herramienta carta balance la misma que determina el nivel de productividad de cada personal obrero clasificándolo en TP, TC y TNC. Luego se evalúa si es posible mejorar aún más.
- Si (P1 real < P inicial), entonces se obtuvo una menor productividad en la ejecución de la partida, según lo propuesto en el expediente. Luego se identifica cual es el motivo de la baja productividad y ahí es donde se usa la herramienta carta balance la misma que determina el nivel de productividad de cada personal obrero clasificándolo en TP, TC y TNC.

3.5.1.6 Paso 6 (Aplicación de lean construction).

Se realizó la aplicación de lean construction a las partidas en estudio para mejorar la productividad y así obtener una productividad (P2 real > P 1 real) y por consiguiente (P2 real > P inicial).

3.5.1.7 Paso 7 (Segunda recolección de datos de campo).

La recolección de datos para este paso es similar a la del paso 3 con la única diferencia que solo será para el proyecto C en la que se aplica lean construction.

- De las partidas para la construcción de unidades básicas de saneamiento en estudio, la recolección de datos se realizó con la ayuda de los formatos de recolección de datos (reporte diario que también se evidencia en el plan maestro actualizado de last planner system.

3.5.1.8 Paso 8 (Segundo cálculo de productividad real P 2 real).

Similar a los datos obtenidos en el paso 4, se determinó la productividad real 2 del proyecto C que está dentro de los proyectos ejecutados dentro de los periodos 2017 – 2019, para la cual se usó la siguiente formula:

$$Productividad\ 2\ inicial = \frac{\sum Produccion}{\sum Duracion\ de\ trabajo\ X\ Cuadrilla} \dots \text{Ecuación (8)}$$

En donde:

Producción 2 inicial : Avance total que realiza la cuadrilla (und).

Duración de trabajo : \sum Tiempo total que trabaja la cuadrilla (horas).

Cuadrilla : \sum Personal obrero que interviene en la actividad (hombre).

Cabe mencionar que la productividad obtenida en este procedimiento es con la aplicación de lean construction.

3.5.1.9 Paso 9 (Análisis de productividad real P 2 real).

Se realizó una comparación entre la productividad inicial (P inicial) y la productividad 2real (P2 real), en la que:

- Si $P2\ real > P\ inicial$, entonces se obtuvo una mayor productividad en la ejecución de la partida en estudio, comparado con lo propuesto en el expediente técnico.

- Si $P2 \text{ real} > P1 \text{ real}$, entonces se obtuvo una mayor productividad en la ejecución de la partida en estudio, comparado con la productividad de la planificación tradicional.
- Si $P2 \text{ real} < P \text{ inicial}$, entonces se obtuvo una menor productividad en la ejecución de la partida en estudio, comparado con lo propuesto en el expediente técnico.
- Si $P2 \text{ real} < P1 \text{ real}$, entonces se obtuvo una menor productividad en la ejecución de la partida en estudio, comparado con lo propuesto la productividad de la planificación tradicional.

3.5.1.10 Paso 10 Comparación de las productividades antes y después de aplicar Lean Construction.

Se realizó una comparación entre la productividad real ($P1 \text{ real}$) y la productividad real ($P2 \text{ real}$), en la que:

- Si $P1 \text{ real} > P \text{ inicial}$, entonces se mejoró la productividad en el proceso de ejecución de la partida en estudio, de forma tradicional sin la aplicación de lean construction.
- Si $P2 \text{ real} > P \text{ inicial}$, entonces se mejoró la productividad en el proceso de ejecución de la partida en estudio, luego de la aplicación de Lean Construction. En este caso se describe como se logró la mejora de la productividad del expediente técnico.
- Si $P2 \text{ real} < P1 \text{ inicial}$, entonces se mejoró la productividad en el proceso de ejecución de la partida en estudio, luego de la aplicación de Lean Construction. En este caso se describe como se logró la mejora de la productividad de la planificación tradicional.

Este paso es en donde se identifica si la aplicación de Lean Construntion mejoró o no mejoró la productividad en la construcción de unidades básicas de saneamiento (de las partidas en estudio).

La secuencia para determinar la cantidad de mano de obra, así como también el costo de mano de obra que esta representa, se realizó con el mismo procedimiento que muestra en la figura 22.

3.5.1.11 Paso 11 Fin

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos luego de la aplicación de Lean Construction se pasa a validar los resultados y redactar las conclusiones.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

En el presente capítulo se presentará los resultados obtenidos mediante la aplicación de ficha de recolección de datos; de acuerdo a lo propuesto para cada una de las 32 partidas que componen el proceso constructivo de las unidades básicas de saneamiento (UBS); así mismo, se interpretará los resultados procesados.

4.1. Resultados

4.1.1. Presentación de resultados de productividad sin la aplicación de lean construction

Los resultados que se presentaran a continuación se efectuaron para los proyectos A, B y C para las 32 partidas que se detallan en la Tabla 13, las cuales fueron escogidas a criterio del investigador, así como también a criterio de juez de expertos (Residentes de obra), cabe mencionar que por la magnitud de información que abarca el presente proyecto solo se hará detalle del análisis de datos para la primera partida, para las demás siguientes solo se mostraran resultados comparativos de productividad , cantidad de mano de obra y costo unitario por unidad básica de saneamiento (UBS).

4.1.1.1. Resultados obtenidos de la partida trazo y replanteo para UBS

4.1.1.1.1. Productividad inicial – P inicial

Tabla 17

Productividad inicial (P inicial) de la partida trazo y replanteo para UBS

Datos	Und	Proyecto A	Proyecto B	Proyecto C
Produccion Diaria	m2	500.00	500.00	500.00
Jornada laboral	horas	8.00	8.00	8.00
Cuadrilla	hombres	3.55	2.00	3.00
Productividad inicial	m2/hh	17.61	31.25	20.83

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos en la tabla 17, la productividad inicial de la partida trazo y replanteo para UBS, para los proyectos A, B y C se debe de trazar y replantear 17.61m², 31.25m² y 20.83m² respectivamente utilizando una hora – hombre, según datos obtenidos de análisis de costos unitarios de los expedientes técnicos.

4.1.1.1.2. Productividad 1 real (sin la aplicación de lean construction)

La productividad 1 real, se determinó con los datos obtenidos con la ficha de recolección de datos las cuales se detallan en el anexo A, para cada una de las 32 partidas que componen el proceso constructivo de las unidades básicas de saneamiento (UBS). Cabe mencionar que la recolección se realizó durante 12 (doce) días con una jornada laboral de 8 (ocho) horas efectivas, a su vez se registraron la producción diaria que cada cuadrilla presenta.

Tabla 18

Productividad 1 real (P1real) de la partida trazo y replanteo para uzs.

Datos		Proyecto A	Proyecto B	Proyecto C
Produccion Diaria	m2	3,594.06	3,498.56	4,092.48
Jornada laboral	horas	8.00	8.00	8.00
Cuadrilla	hombres	24.00	24.00	24.00
Productivida 1 real	m2/hh	18.72	18.22	21.32

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos en la tabla 18, la productividad 1 real de la partida trazo y replanteo para UBS, para los proyectos A, B y C se logra trazar y replantear 18.72m2, 18.22m2 y 21.32 respectivamente utilizando una hora – hombre, según datos obtenidos en campo.

4.1.1.1.3. Índice de productividad

Para proceder a determinar el índice de productividad 1 real (P1 real) para los proyectos A, B y C; La productividad inicial (P inicial) debe ser igual a 1 para cada uno de los 3 proyectos y por ende el índice de productividad inicial será igual a 1 (IP inicial=1), se vuelve a mencionar que el índice de productividad se determina para los 12 (doce) días mas representativos, para ver el cálculo de estas (Ver el anexo B).

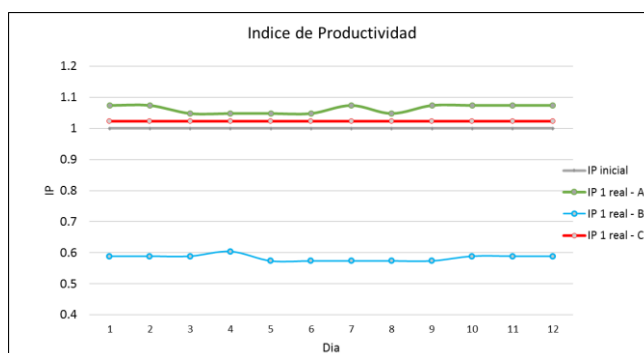


Figura 21. Índice de productividad de la partida trazo y replanteo.

De la figura 23, se observa que para los proyectos A y C el $IP_{real} > 1$ (índice de productividad 1 real es mayor que uno) y para el proyecto B el $IP_{real} < 1$ (índice de productividad 1 real es menor que uno).

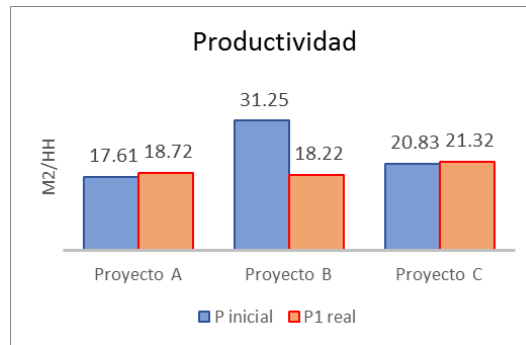


Figura 22.- Comparativo de productividad de primer análisis de la partida trazo y replanteo.

4.1.1.2. Resultados obtenidos de la partida excavación para cimiento

4.1.1.2.1. Productividad inicial vs productividad 1 real (P inicial vs P1real)

A continuación, se presenta los resultados de productividad inicial (P inicial) y productividad 1 real (P1 real) clasificados por proyectos.

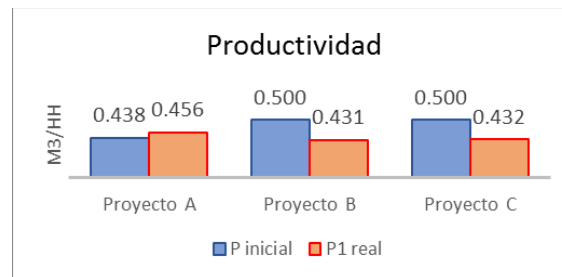


Figura 23. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida excavación para cimiento.

De la figura 25 se observa que para el proyecto A la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) sin embargo, para los proyectos B y C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial). lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.2.2. Índice de productividad

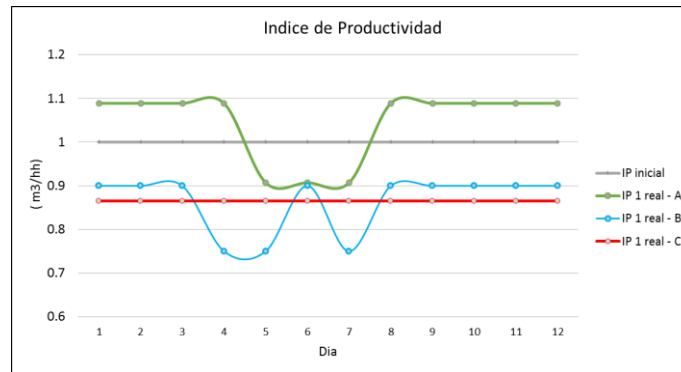


Figura 24. Índice de productividad de la partida excavación para cemento.

4.1.1.3. Resultados obtenidos de la partida eliminación de material excedente.

4.1.1.3.1. Productividad inicial vs productividad 1 real (P inicial vs P1real)

A continuación, se presenta los resultados de productividad inicial (P inicial) y productividad 1 real (P1 real) clasificados por proyectos.

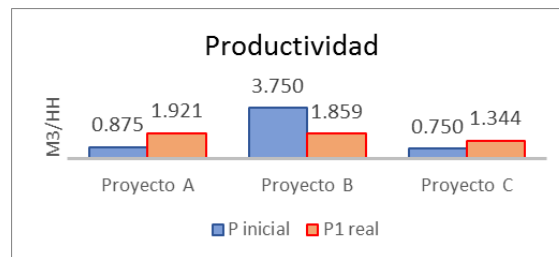


Figura 25. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida eliminación de material excedente.

De la figura 27 se observa que para el proyecto B la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial) sin embargo, para los proyectos A y C la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial). lo cual muestra que se tiene una buena productividad en los proyectos A y C.

4.1.1.3.2. Índice de productividad

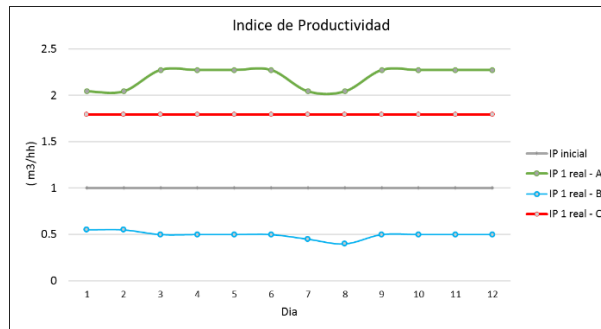


Figura 26. Índice de productividad de la partida eliminación de material excedente.

4.1.1.4. Resultados obtenidos de la partida vaciando de cemento corrido.

4.1.1.4.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

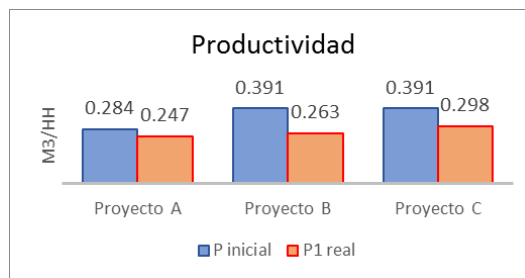


Figura 27. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de cemento corrido.

De la figura 29 se observa que para los proyectos A, B y C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.4.2. Índice de productividad

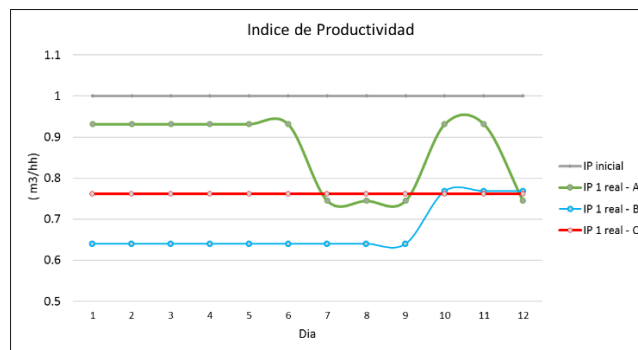


Figura 28. Índice de productividad de la partida vaciado de cemento corrido.

4.1.1.5. Resultados obtenidos de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento

4.1.1.5.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

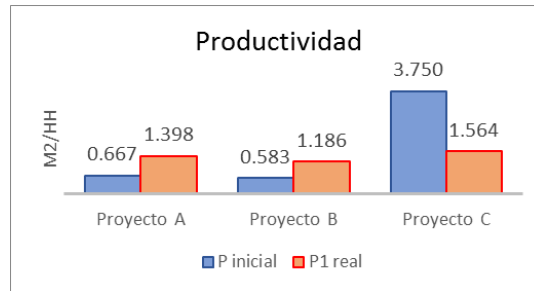


Figura 29. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento.

De la figura 31 se observa que para los proyectos A y B productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) sin embargo, para el proyecto C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada. Cabe mencionar que la productividad inicial (P inicial) del proyecto C presenta una gran diferencia en comparación con la productividad inicial (P inicial) de los proyectos A y B.

4.1.1.5.2. Índice de productividad

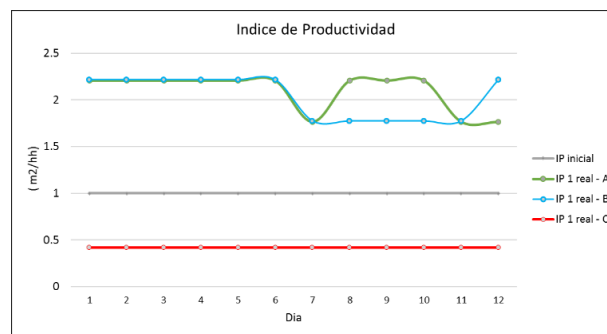


Figura 30. Índice de productividad de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento.

4.1.1.6. Resultados obtenidos de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.

4.1.1.6.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

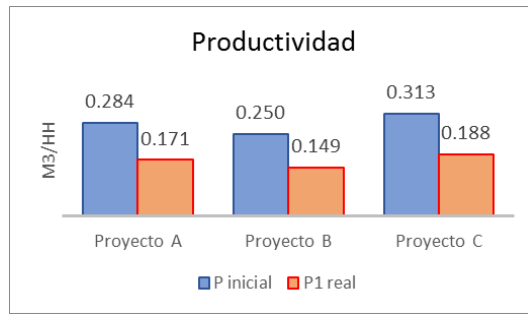


Figura 31. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.

De la figura 33 se observa que para los proyectos A, B y C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.6.2. Índice de productividad

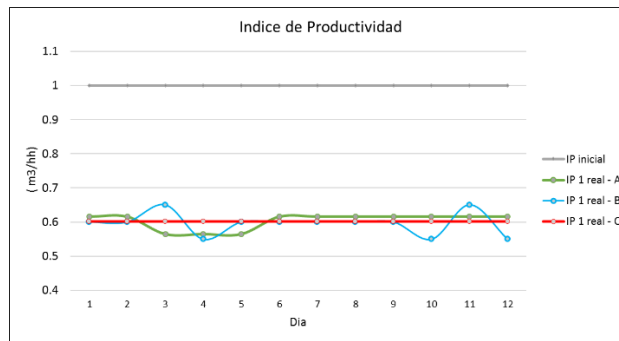


Figura 32. Índice de productividad de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.

4.1.1.7. Resultados obtenidos de la partida asentado de muro caravista.

4.1.1.7.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

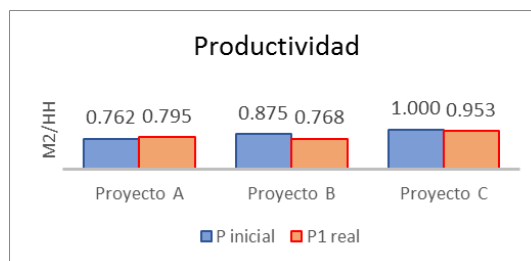


Figura 33. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida asentado de muro caravista.

De la figura 35 se observa que para el proyecto A la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) por otro lado para los proyectos B y C la productividad 1

real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.7.2. Índice de productividad

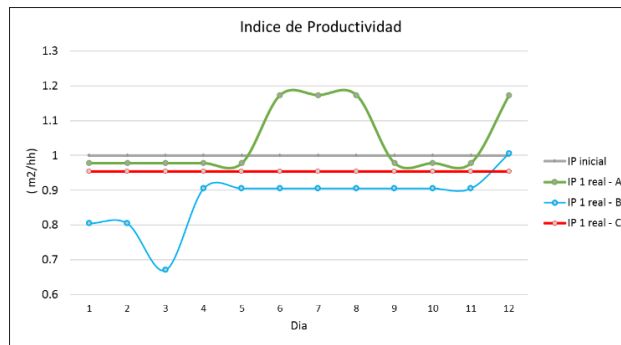


Figura 34. Índice de productividad de la partida asentado de muro caravista.

4.1.1.8. Resultados obtenidos de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel

4.1.1.8.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

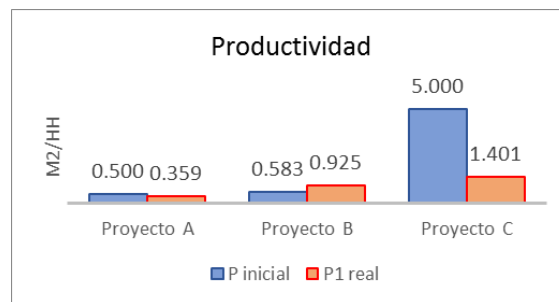


Figura 35. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.

De la figura 37 se observa que para el proyecto B la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) sin embargo, para los proyectos A y C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada. Cabe mencionar que la productividad inicial (P inicial) del proyecto C presenta una gran diferencia en comparación con la productividad inicial (P inicial) de los proyectos A y B.

4.1.1.8.2. Índice de productividad

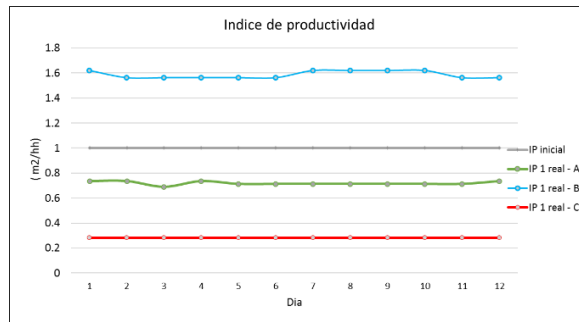


Figura 36. Índice de productividad de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.

4.1.1.9. Resultados obtenidos de la partida vaciado de concreto para dintel

4.1.1.9.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

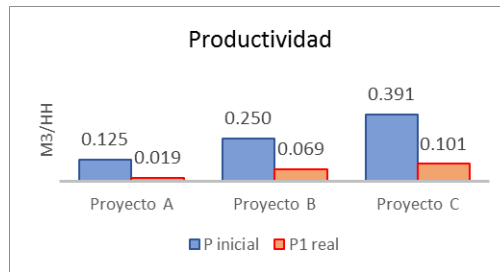


Figura 37. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de concreto para dintel.

De la figura 39 se observa que para los proyectos A, B y C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.9.2. Índice de productividad

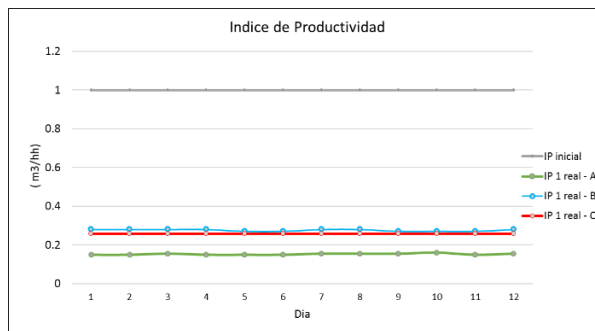


Figura 38. Índice de productividad de la partida vaciado de concreto para dintel.

4.1.1.10. Resultados obtenidos de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.

4.1.1.10.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

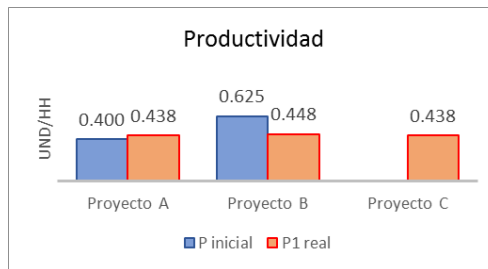


Figura 39. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.

De la figura 41 se observa que para los proyectos A y B la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), se observa también que la productividad inicial del proyecto C no se muestra, ya que según su expediente técnico los análisis de costos unitarios para la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe se realizó de manera desagregada (por accesorios). Sin embargo, la productividad 1 real (P1real) del proyecto C es menor a la productividad inicial (P inicial) del proyecto B por lo que esta necesita ser mejorada.

4.1.1.10.2. Índice de productividad

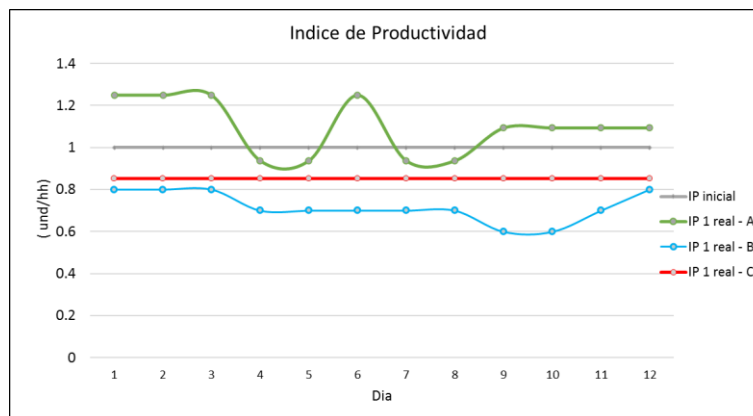


Figura 40. Índice de productividad de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.

4.1.1.11. Resultados obtenidos de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.

4.1.1.11.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

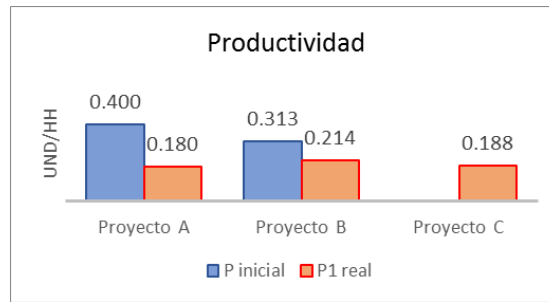


Figura 41. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.

De la figura 43 se observa que para los proyectos A y B la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), se observa también que la productividad inicial del proyecto C no se muestra, ya que según su expediente técnico los análisis de costos unitarios para la partida instalación de tuberías y accesorios para agua se realizó de manera desagregada (por accesorios). Sin embargo, la productividad 1 real (P1real) del proyecto C es menor a la productividad inicial (P inicial) de los proyectos A y B por lo que esta necesita ser mejorada.

4.1.1.11.2. Índice de productividad

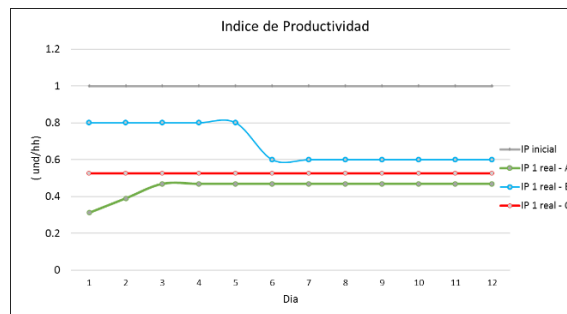


Figura 42. Índice de productividad de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.

4.1.1.12. Resultados obtenidos de la partida suministro e instalación de ducha.

4.1.1.12.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

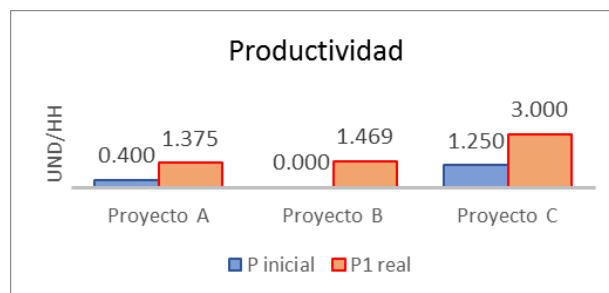


Figura 43. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida suministro e instalación de ducha.

De la figura 45 se observa que para los proyectos A y C la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial), también se observa que para el proyecto B no se evidencia la productividad inicial (P inicial) esto se debe a que para el proyecto B la partida suministro e instalación de ducha esta de forma desagregada (por accesorios). Sin embargo, se seguirá analizando para mejorar la productividad 1 real (P1 real) del proyecto C.

4.1.1.12.2. Índice de productividad

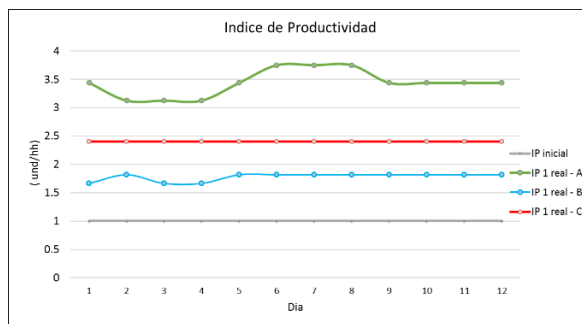


Figura 44. Índice de productividad de la partida suministro e instalación de ducha.

4.1.1.13. Resultados obtenidos de la partida instalación de aparatos sanitarios

4.1.1.13.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

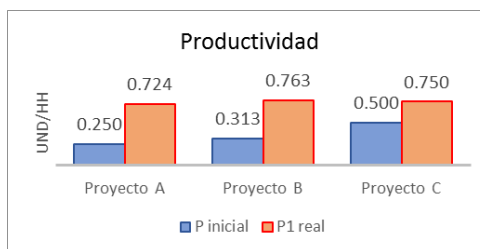


Figura 45. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de aparatos sanitarios.

De la figura 47 se observa que para los proyectos A, B y C la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial), Sin embargo, se seguirá analizando para seguir mejorando su productividad.

4.1.1.13.2. Índice de productividad

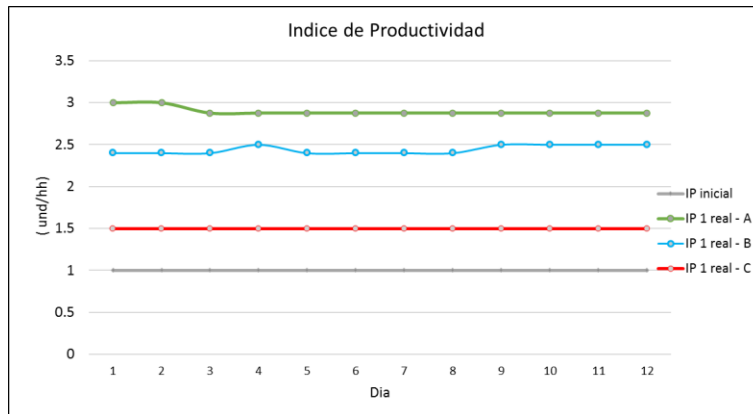


Figura 46. Índice de productividad de la partida instalación de aparatos sanitarios.

4.1.1.14. Resultados obtenidos de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.

4.1.1.14.1. Productividad inicial vs productividad Ireal (P inicial vs P1real)

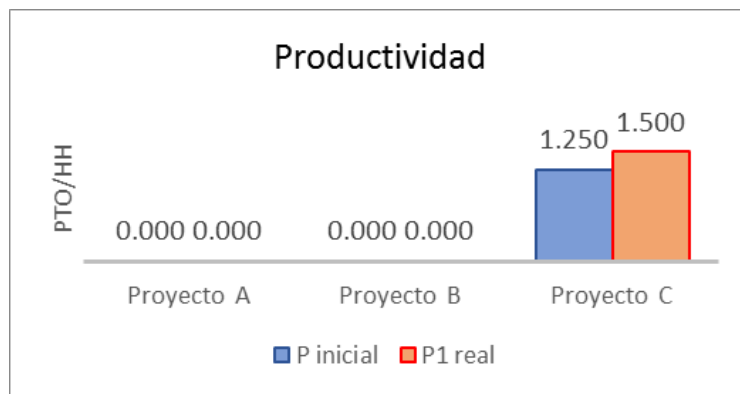


Figura 47. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.

De la figura 49 se observa que para los proyectos A y B la productividad inicial (P inicial) no se muestran esto es debido a que en los expedientes técnicos de esos proyectos no se consideran la partida en estudio, también se observa que para el proyecto C la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial), Sin embargo, se seguirá analizando para seguir mejorando su productividad.

4.1.1.14.2. Índice de productividad

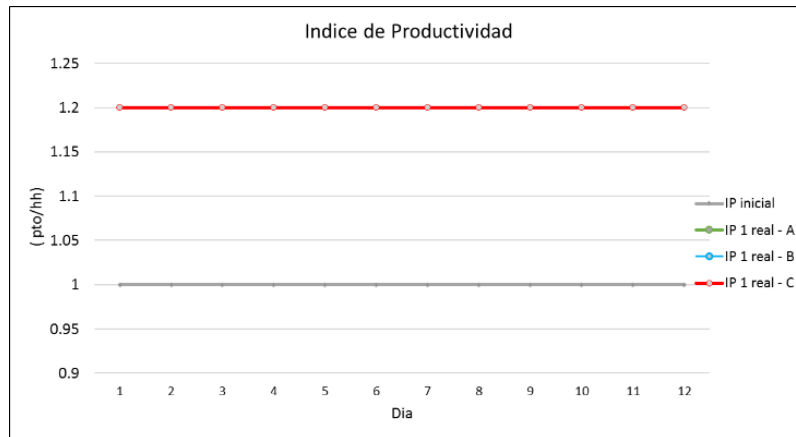


Figura 48. Índice de productividad de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.

4.1.1.15. Resultados obtenidos de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.

4.1.1.15.1. Productividad inicial vs productividad Ireal (P inicial vs P1real)

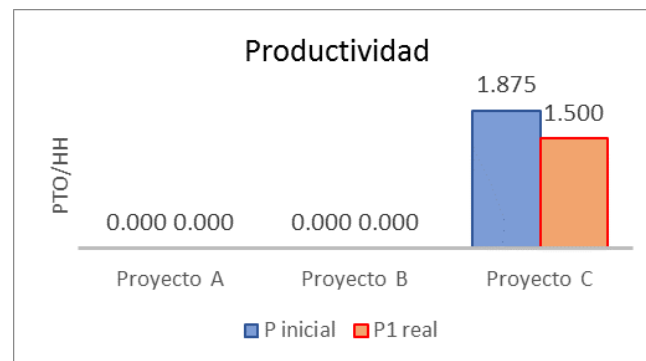


Figura 49. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.

De la figura 51 se observa que para los proyectos A y B la productividad inicial (P inicial) no se muestran esto es debido a que en los expedientes técnicos de esos proyectos no se consideran la partida en estudio, también se observa que para el proyecto C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.15.2. Índice de productividad

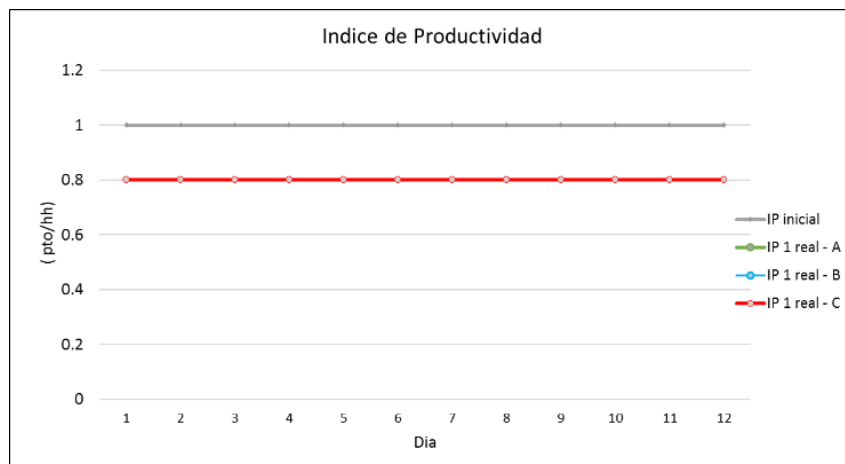


Figura 50. Índice de productividad de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.

4.1.1.16. Resultados obtenidos de la partida instalación de puerta y ventana.

4.1.1.16.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

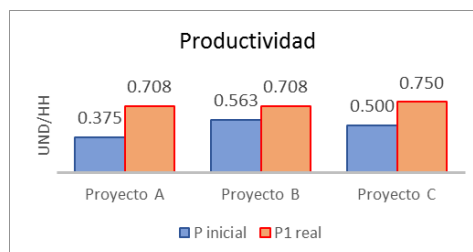


Figura 51. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de puerta y ventana.

De la figura 53 se observa que para los proyectos A, B y C la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial), Sin embargo, se seguirá analizando para seguir mejorando su productividad.

4.1.1.16.2. Índice de productividad

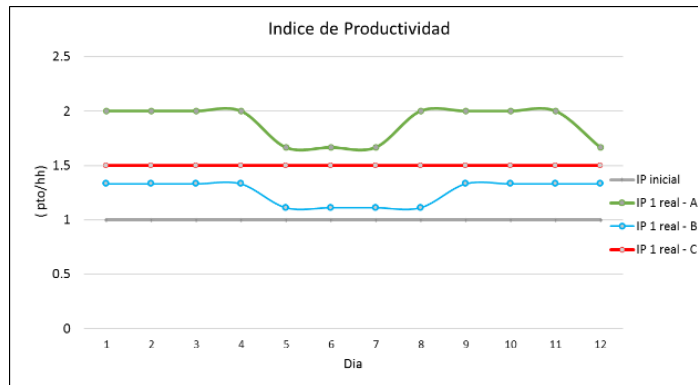


Figura 52. Índice de productividad de la partida instalación de puerta y ventana.

4.1.1.17. Resultados obtenidos de la partida instalación de techo.

4.1.1.17.1. Productividad inicial vs productividad 1 real (P inicial vs P1real)

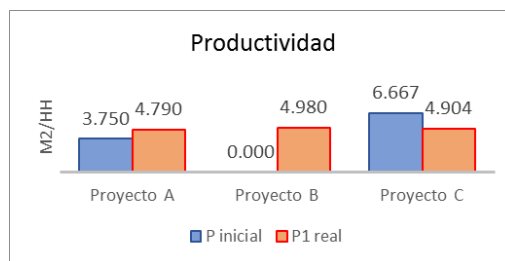


Figura 53. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de techo.

De la figura 55 se observa que para el proyecto B la productividad inicial (P inicial) no se muestra esto es debido a que la partida en estudio se encuentra desagregada (Por distintos materiales e insumos). Por otro lado, se observa que para el proyecto A la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) y para el proyecto C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.17.2. Índice de productividad

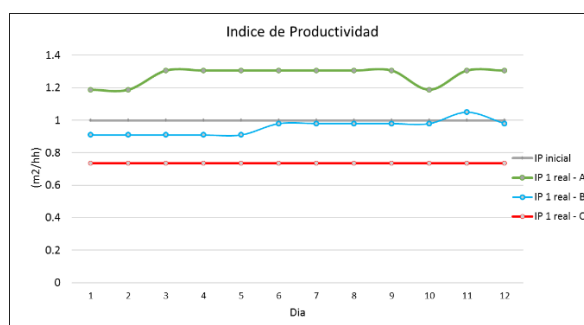


Figura 54. Índice de productividad de la partida instalación de techo.

4.1.1.18. Resultados obtenidos de la partida excavación para lavatorio.

4.1.1.18.1. Productividad inicial vs productividad Ireal (P inicial vs P1real)

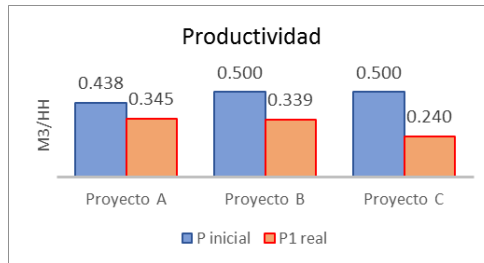


Figura 55. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida excavación para lavatorio.

De la figura 57 se observa que para los proyectos A, B y C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.18.2. Índice de productividad

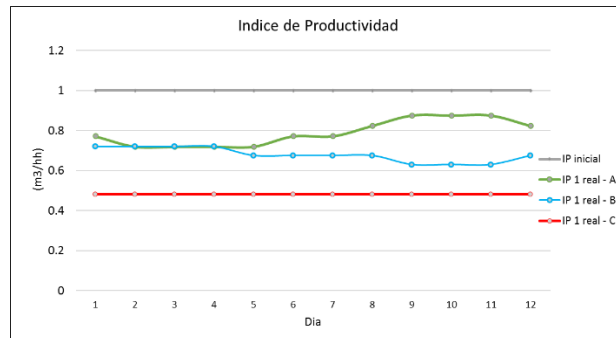


Figura 56. Índice de productividad de la partida excavación para lavatorio.

4.1.1.19. Resultados obtenidos de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.

4.1.1.19.1. Productividad inicial vs productividad Ireal (P inicial vs P1real)

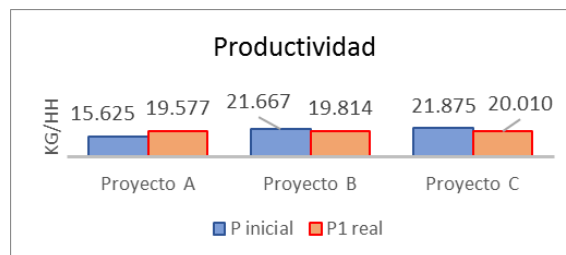


Figura 57. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.

De la figura 59 se observa que para el proyecto A la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) por otro lado para los proyectos B y C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.19.2. Índice de productividad

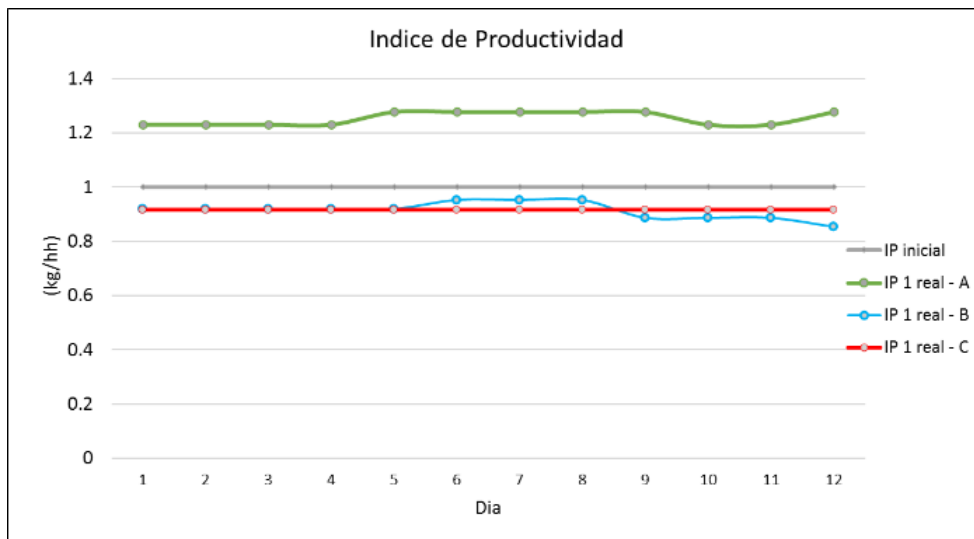


Figura 58. Índice de productividad de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.

4.1.1.20. Resultados obtenidos de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

4.1.1.20.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

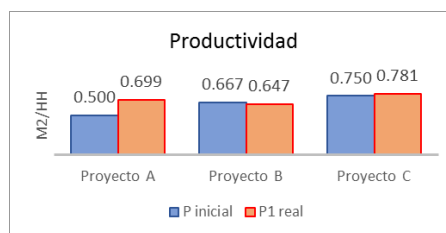


Figura 59. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

De la figura 61 se observa que para el proyecto B la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial) por otro lado para los proyectos A y C la productividad 1

real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial), sin embargo, se seguirá analizando para mejorar la productividad 1 real (P1real).

4.1.1.20.2. Índice de productividad

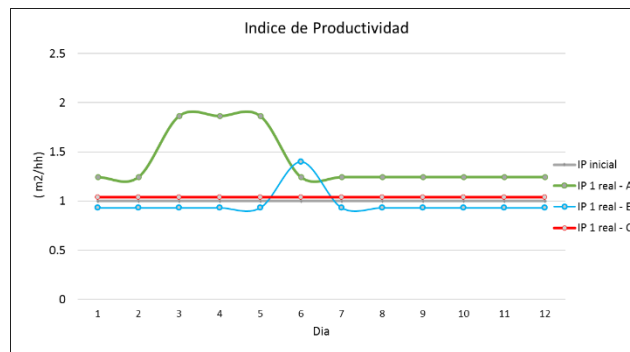


Figura 60. Índice de productividad de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

4.1.1.21. Resultados obtenidos de la partida vaciado de concreto F'c=175kg/cm²

4.1.1.21.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

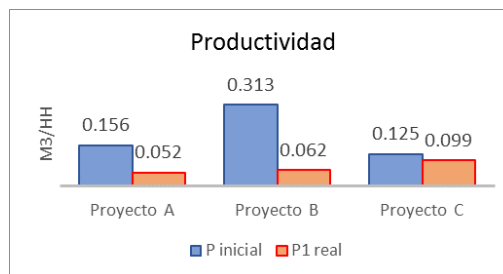


Figura 61. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de concreto F'c=175kg/cm²

De la figura 63 se observa que para los proyectos A, B y C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.21.2. Índice de productividad

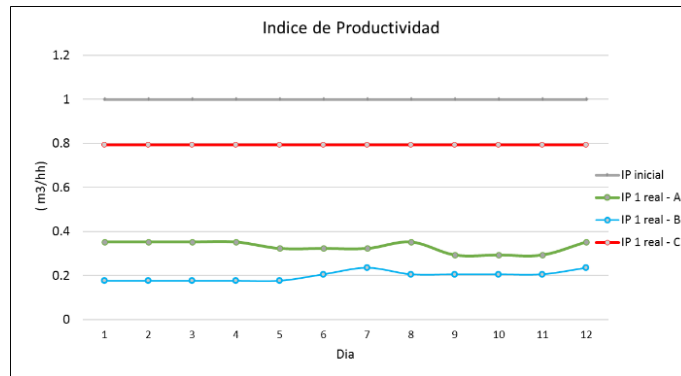


Figura 62. Índice de productividad de la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$

4.1.1.22. Resultados obtenidos de la partida tarrajeo en interior en UBS.

4.1.1.22.1. Productividad inicial vs productividad 1 real (P inicial vs P1real)

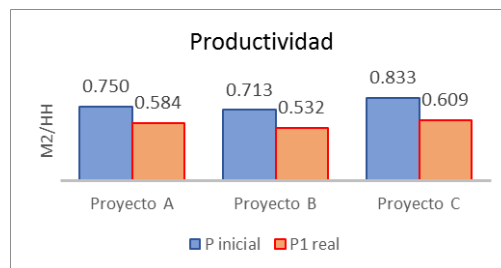


Figura 63. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida tarrajeo en interior en UBS.

De la figura 65 se observa que para los proyectos A, B y C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.22.2. Índice de productividad

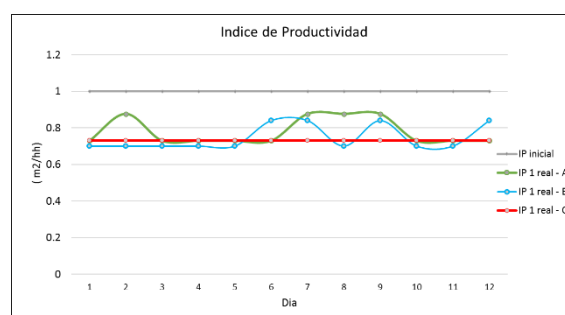


Figura 64. Índice de productividad de la partida tarrajeo en interior en UBS.

4.1.1.23. Resultados obtenidos de la partida vaciado de concreto para piso.

4.1.1.23.1. Productividad inicial vs productividad 1 real (P inicial vs P1real)

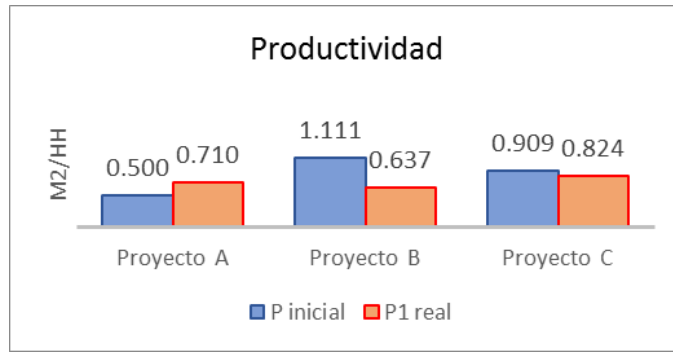


Figura 65. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de concreto para piso.

De la figura 67 se observa que para los proyectos A, B y C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.23.2. Índice de productividad

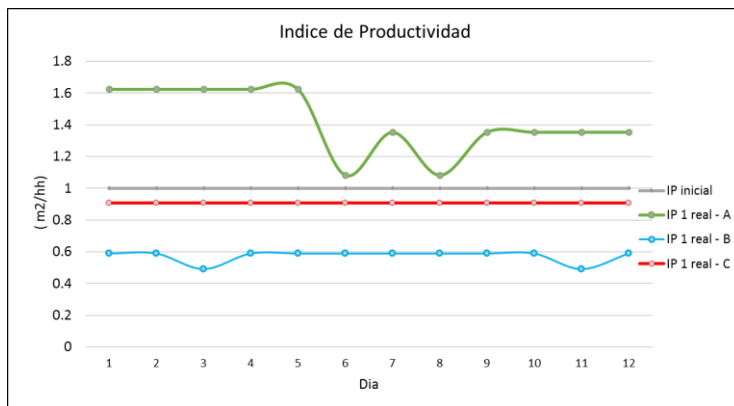


Figura 66. Índice de productividad de la partida vaciado de concreto para piso.

4.1.1.24. Resultados obtenidos de la partida pintura en muros interiores.

4.1.1.24.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

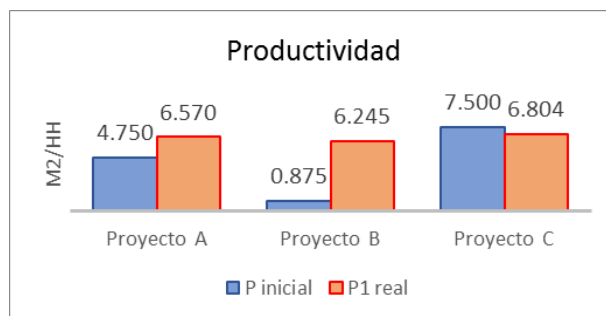


Figura 67. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida pintura en muros interiores.

De la figura 69 se observa que para los proyectos A y B la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) por otro lado para el proyecto C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.24.2. Índice de productividad

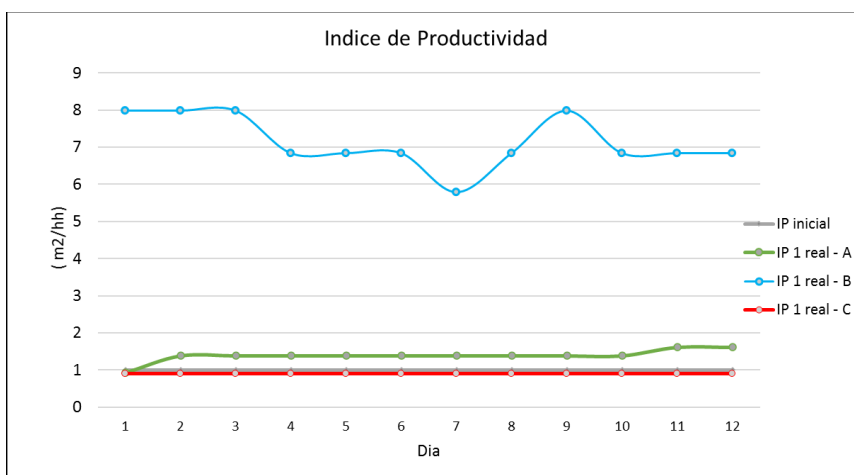


Figura 68. Índice de productividad de la partida pintura en muros interiores.

4.1.1.25. Resultados obtenidos de la partida excavación para biodigestor.

4.1.1.25.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

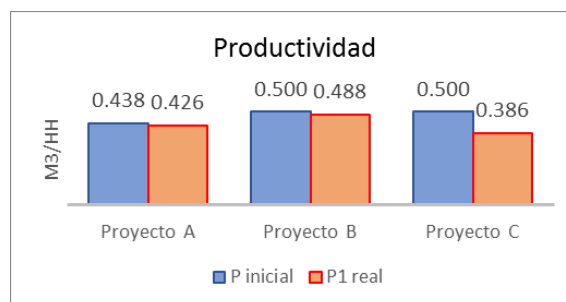


Figura 69. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida excavación para biodigestor.

De la figura 71 se observa que para los proyectos A y B la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) por otro lado para el proyecto C la productividad 1

real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.25.2. Índice de productividad

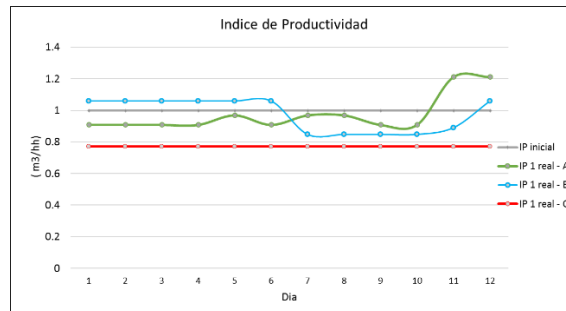


Figura 70. Índice de productividad de la partida excavación para biodigestor.

4.1.1.26. Resultados obtenidos de la partida nivelado y compactado.

4.1.1.26.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

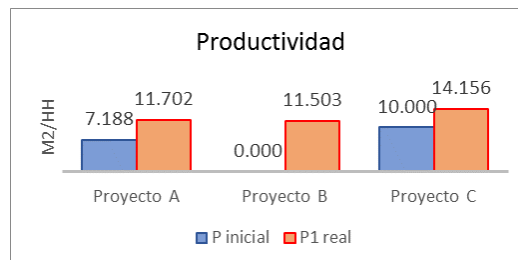


Figura 71. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida nivelado y compactado.

De la figura 73 se observa que para los proyectos A y C la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial), Sin embargo, se seguirá analizando para seguir mejorando su productividad.

4.1.1.26.2. Índice de productividad

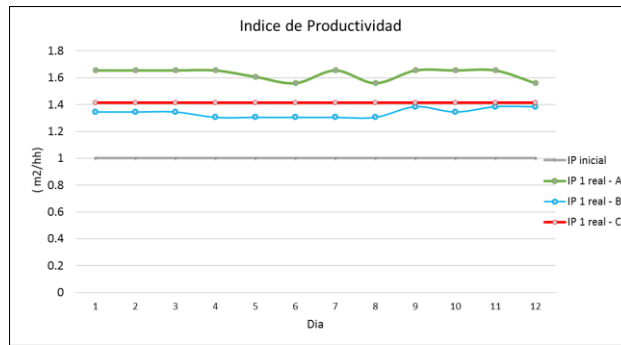


Figura 72. Índice de productividad de la partida nivelado y compactado.

4.1.1.27. Resultados obtenidos de la partida relleno con material propio

4.1.1.27.1. Productividad inicial vs productividad Ireal (P inicial vs P1real)

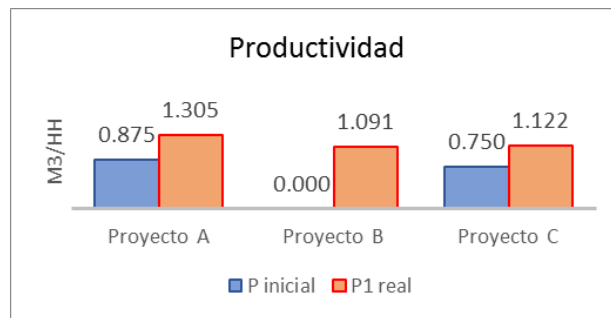


Figura 73. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida relleno con material propio.

De la figura 75 se observa que para los proyectos A y C la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial), Sin embargo, se seguirá analizando para seguir mejorando su productividad.

4.1.1.27.2. Índice de productividad

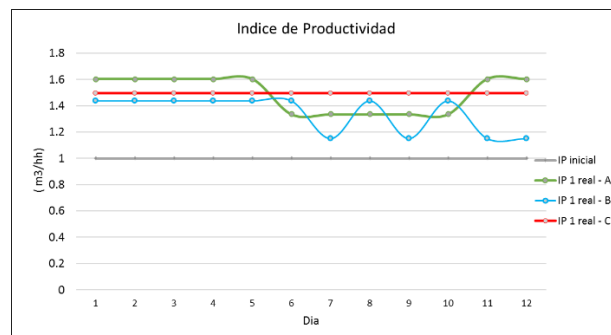


Figura 74. Índice de productividad de la partida relleno con material propio.

4.1.1.28. Resultados obtenidos de la partida instalación de biodigestor.

4.1.1.28.1. Productividad inicial vs productividad Ireal (P inicial vs P1real)

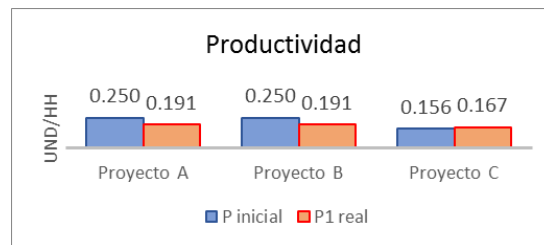


Figura 75. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de biodigestor.

De la figura 77 se observa que para los proyectos A y B la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), también se observa que para el proyecto C la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) sin embargo, se seguirá analizando para seguir mejorando su productividad.

4.1.1.28.2. Índice de productividad

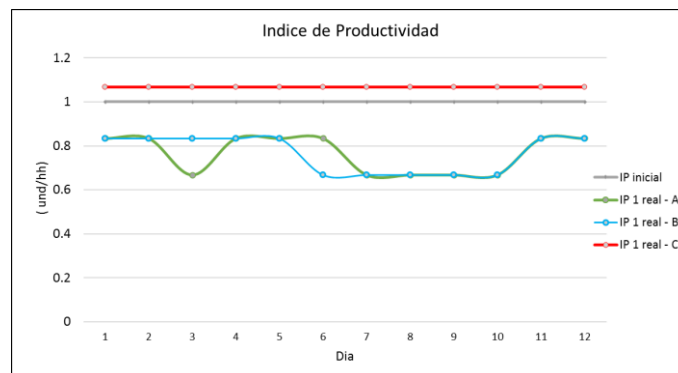


Figura 76. Índice de productividad de la partida instalación de biodigestor.

4.1.1.29. Resultados obtenidos de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.

4.1.1.29.1. Productividad inicial vs productividad Ireal (P inicial vs P1real)

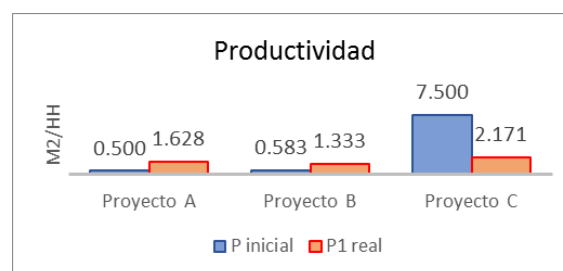


Figura 77. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.

De la figura 79 se observa que para los proyectos A y B la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) por otro lado para el proyecto C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.29.2. Índice de productividad

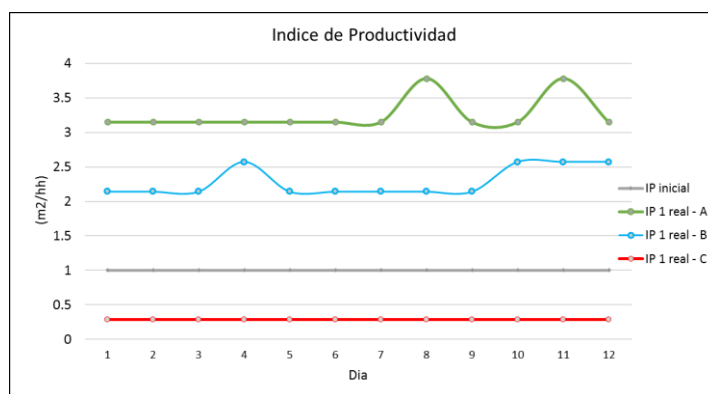


Figura 78. Índice de productividad de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.

4.1.1.30. Resultados obtenidos de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.

4.1.1.30.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

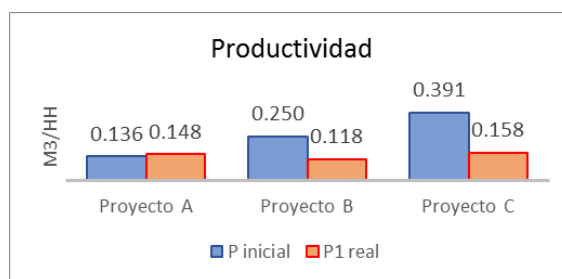


Figura 79. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.

De la figura 81 se observa que para el proyecto A la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) por otro lado para los proyectos B y C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.30.2. Índice de productividad

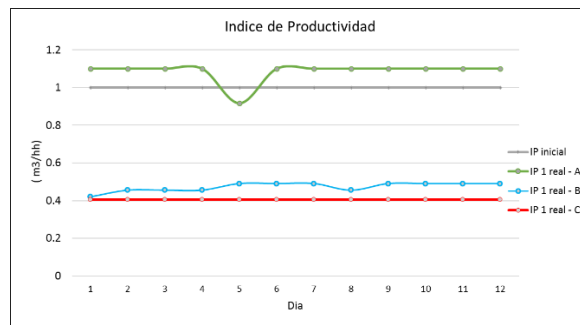


Figura 80. Índice de productividad de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.

4.1.1.31. Resultados obtenidos de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.

4.1.1.31.1. Productividad inicial vs productividad 1real (P inicial vs P1real)

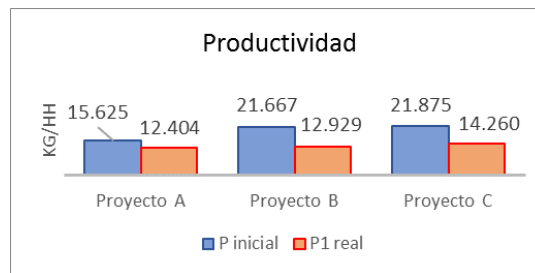


Figura 81. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.

De la figura 83 se observa que para los proyectos A y B la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial) por otro lado para el proyecto C la productividad 1 real (P1real) es menor a la productividad inicial (P inicial), lo cual muestra que necesita ser mejorada.

4.1.1.31.2. Índice de productividad

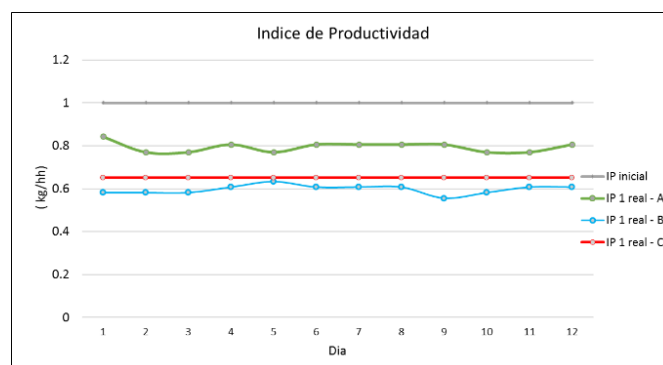


Figura 82. Índice de productividad de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.

4.1.1.32. Resultados obtenidos de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.

4.1.1.32.1. Productividad inicial vs productividad Ireal (P inicial vs P1real)

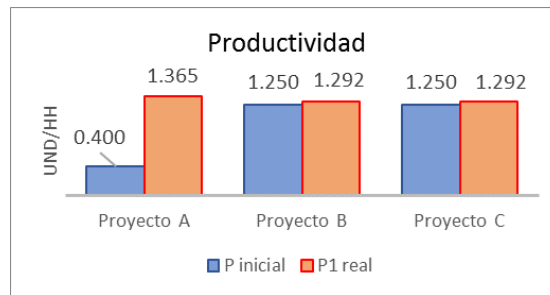


Figura 83. Comparativo de productividad de primer análisis de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.

De la figura 85 se observa que para los proyectos A, B y C la productividad 1 real (P1real) es mayor a la productividad inicial (P inicial), Sin embargo, se seguirá analizando para seguir mejorando su productividad.

4.1.1.32.2. Índice de productividad

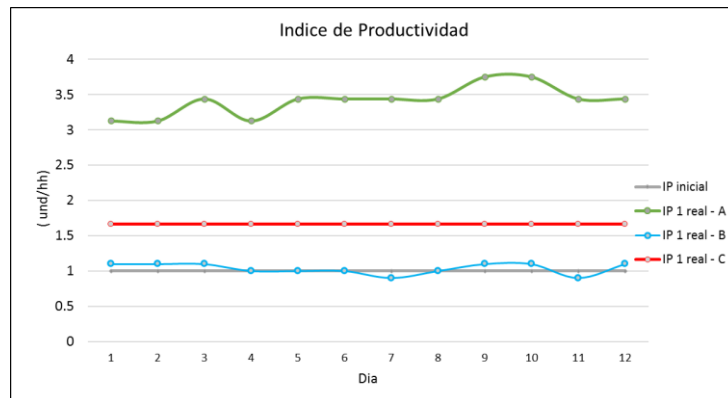


Figura 84. Índice de productividad de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.

4.1.2. Aplicación de herramientas de Lean Construction

Las herramientas de Lean construction que se aplican al proyecto “C”, para el mejoramiento de la productividad las cuales son las siguientes:

- Carta balance. - Con esta herramienta se evidencia el nivel de trabajo general y de forma desagregada que presenta cada cuadrilla compuesta por operario, oficial y peón. La misma que se usa para poder determinar que recurso podría ser reemplazados hasta obtener porcentajes óptimos de trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC).
- Last planner system. - Con los resultados de la herramienta carta balance se aplica last planner system, en la que se analiza las cuadrillas, dimensionándolas a una velocidad similar para cada una de las partidas y así obtener un tren de actividades, posterior a ello se arma el plan maestro de la que se logra observar y monitorear el inicio y la culminación de cada una de las actividades en estudio.

4.1.2.1. Aplicación de la herramienta Carta balance

4.1.2.1.1. Carta balance de la partida trazo y replanteo para UBS

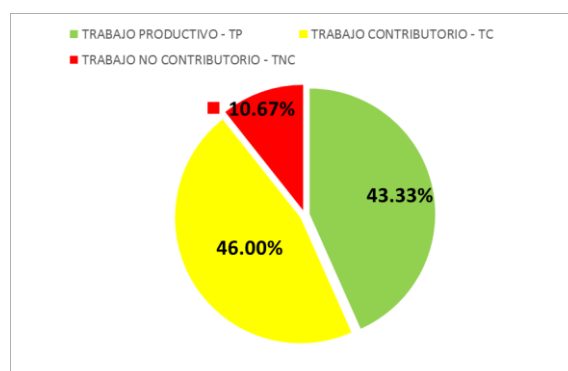


Figura 85. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida trazo y replanteo para UBS.

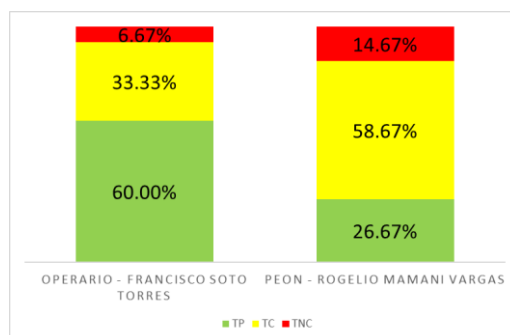


Figura 86. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida trazo y replanteo para UBS.

De la medición y resultados de campo, se observó que la partida trazo y replanteo para la construcción de unidades básicas de saneamiento es una actividad repetitiva donde no necesariamente se necesita mano de obra calificada (01 operario), ya que 01 Peón logra alcanzar un 26.67% de Trabajo productivo (TP) y 58.67% de trabajo contributorio (TC) los cuales son porcentajes más que aceptables para esta categoría, es por ello que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta por 01 Oficial en reemplazo de 01 operario, y 01 Peón, para que de esa manera se logre optimizar los recursos.

4.1.2.1.2. Carta balance de la partida excavación para cimiento.

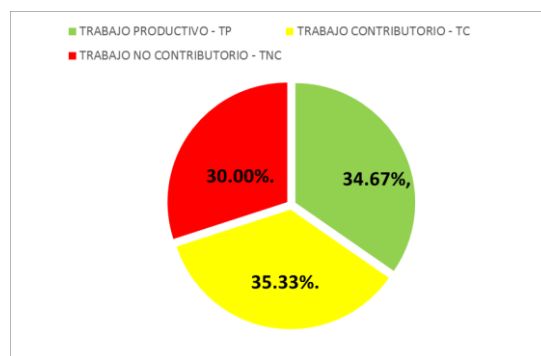


Figura 87. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida excavación para cimiento.

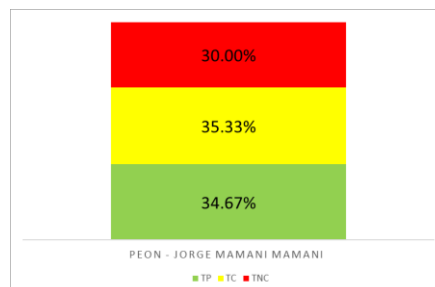


Figura 88. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida excavación para cimiento.

De la medición y resultados de campo, se observó que la partida excavación para cimiento, es un trabajo en la que no necesariamente se necesita mano de obra calificada, puesto que con 01 Peón se logra alcanzar un 34.67% de Trabajo productivo (TP) y 35.33% de trabajo contributorio (TC), estos porcentajes pueden ser mejorados si se trabaja en la disminución de actividades de trabajo no contributorio (TNC), ya que se observa que el descansar para 01 peón es constante por la misma naturaleza del terreno que es relativamente dura para lo cual se

propone coordinar con el gestor social para la saturación del suelo un día antes de la intervención de la actividad.

4.1.2.1.3. Carta balance de la partida eliminación de material excedente.

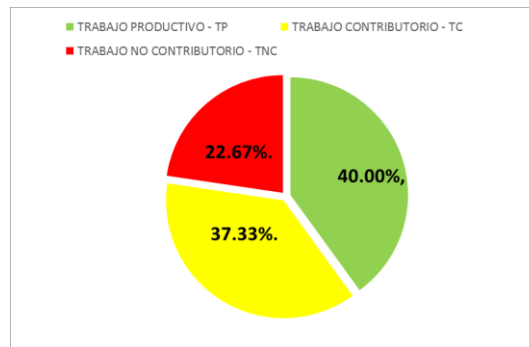


Figura 89. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida eliminación de material excedente.

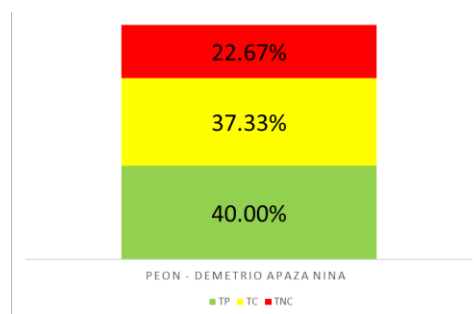


Figura 90. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida eliminación de material excedente.

De la medición y resultados de campo, se observó que la partida eliminación de material excedente, es un trabajo en la que no necesariamente se necesita mano de obra calificada, puesto que con 01 Peón se logra alcanzar un 40.00% de Trabajo productivo (TP) y 37.33% de trabajo contributorio (TC), estos porcentajes pueden ser mejorados si se trabaja en la disminución de actividades de trabajo no contributorio (TNC) con la implementación de la herramienta Last planner system.

4.1.2.1.4. Carta balance de la partida vaciado de cemento corrido.

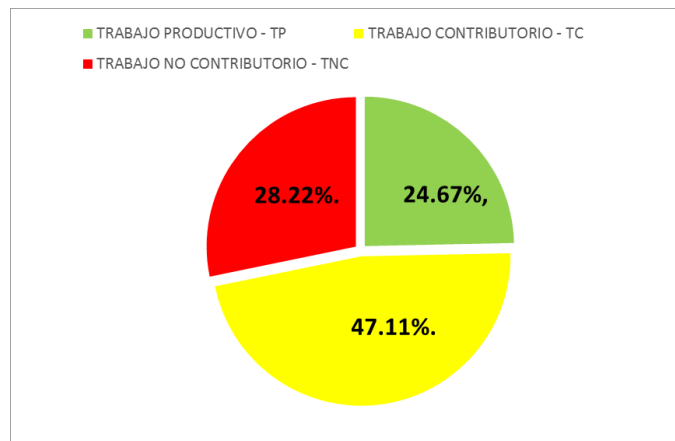


Figura 91. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de cemento corrido.

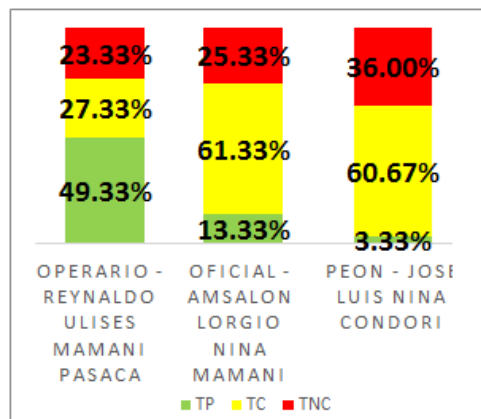


Figura 92. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de cemento corrido.

De la figura 94 se observa que el 01 Oficial logra alcanzar un 13.33% de Trabajo productivo (TP) y 61.33% de trabajo contributorio (TC), porcentajes similares al de 01 Peón, la cual nos indica que 01 Oficial está haciendo trabajo de 01 Peón por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta por 01 Operario y 02 Peón (se adiciona 01 Peón en reemplazo de 01 Oficial), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributorio (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.5. Carta balance de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento.

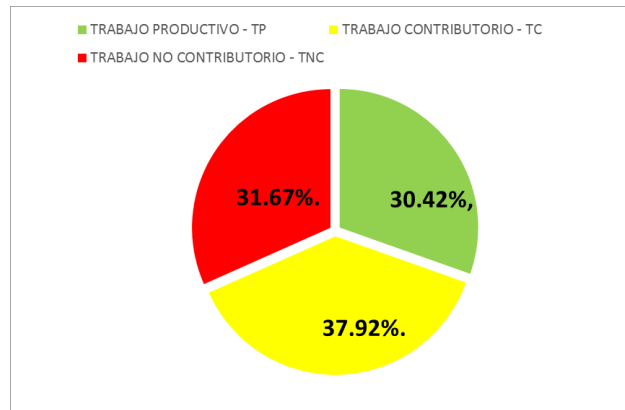


Figura 93. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento.

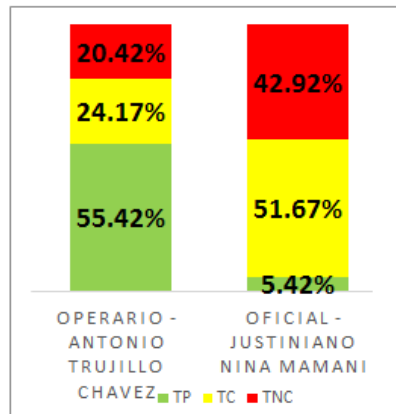


Figura 94. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento.

De la figura 96 se observa que el 01 Oficial logra alcanzar un 5.42% de Trabajo productivo (TP) y 51.67% de trabajo contributorio (TC), porcentajes no aceptables para esa categoría, también se observó que tanto 01 Oficial y 01 Operario se interrumpían al realizar la actividad por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta solo por 01 Operario (Se elimina 01 oficial), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributorio (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.6. Carta balance de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.

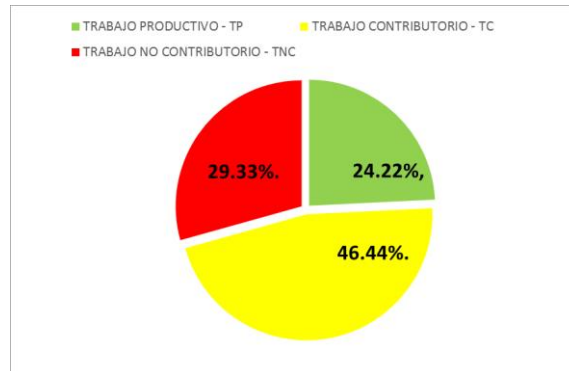


Figura 95. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.

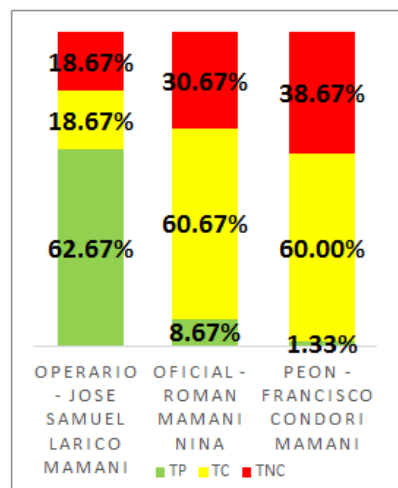


Figura 96. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.

De la figura 89 se observa que el 01 Oficial logra alcanzar un 8.67% de Trabajo productivo (TP) y 60.67% de trabajo contributorio (TC), porcentajes no aceptables para esa categoría, Por otro lado 01 Peón logra alcanzar 1.33% de trabajo productivo (TP) y 60% de trabajo contributorio (TC) valores aceptables para esta categoría, también se observó que tanto 01 Operario, 01 Oficial y 01 Peón se interrumpían al realizar la actividad por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta solo por 01 Operario y 01 Peón (Se elimina 01 oficial), adicional a esto se mitigara aquellas actividades

incidentes del Trabajo no contributivo (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.7. Carta balance de la partida asentado de muro caravista.

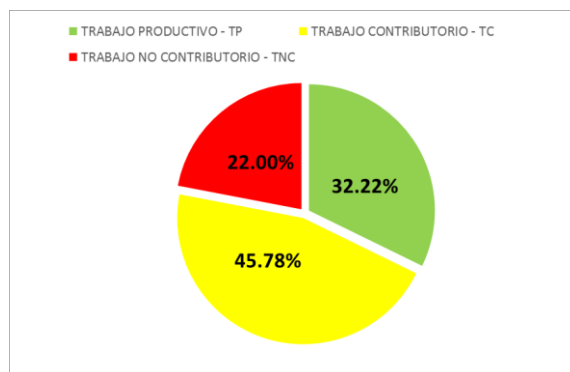


Figura 97. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida asentado de muro caravista.

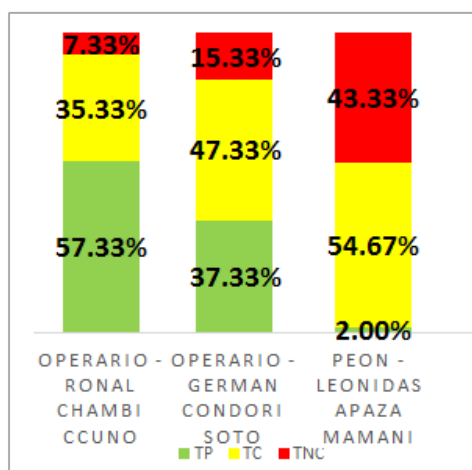


Figura 98. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida asentado de muro caravista.

De la figura 100 se observa que el segundo 01 Operario logra alcanzar un 37.33% de Trabajo productivo (TP) y 47.33% de trabajo contributivo (TC), porcentajes poco aceptables para esa categoría, Por otro lado 01 Peón logra alcanzar 2.00% de trabajo productivo (TP) y 54.67% de trabajo contributivo (TC) valores aceptables para esta categoría, también se observó que tanto 02 Operario y 01 Peón se interrumpían al realizar la actividad por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta solo por 01 Operario y 01 Peón (Se elimina 01 operario), adicional a esto se mitigara aquellas

actividades incidentes del Trabajo no contributivo (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.8. Carta balance de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.

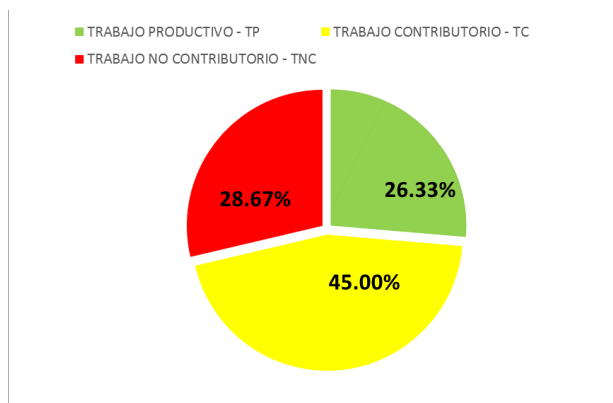


Figura 99. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.

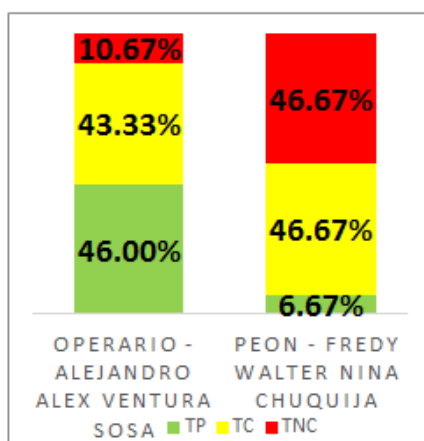


Figura 100. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.

De la figura 102 se observa que el segundo 01 Operario logra alcanzar un 46.00% de Trabajo productivo (TP) y 43.33% de trabajo contributivo (TC), porcentajes aceptables para esa categoría, Por otro lado 01 Peón logra alcanzar 6.67% de trabajo productivo (TP) y 46.67% de trabajo contributivo (TC) valores aceptables para esta categoría, también se observó que tanto 01 Operario y 01 Peón se interrumpían al realizar la actividad por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta solo por 01 Operario (Se elimina 01 peón), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo

no contributivo (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.9. Carta balance de la partida vaciado de concreto para dintel.

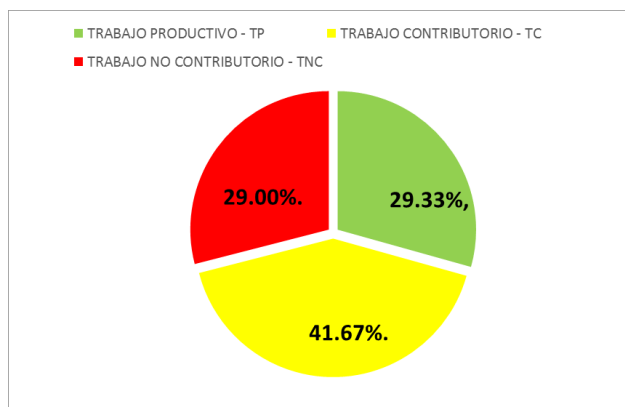


Figura 101. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de concreto para dintel.

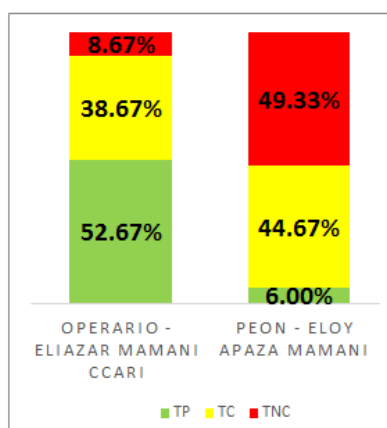


Figura 102. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de concreto para dintel.

De la figura 104 se observa que el segundo 01 Operario logra alcanzar un 52.67% de Trabajo productivo (TP) y 38.67% de trabajo contributivo (TC), porcentajes aceptables para esa categoría, Por otro lado 01 Peón logra alcanzar 6.00% de trabajo productivo (TP) y 44.67% de trabajo contributivo (TC) valores aceptables para esta categoría, también se observó que tanto 01 Operario y 01 Peón se interrumpían al realizar la actividad por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta solo por 01 Operario (Se elimina 01 peón), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo

no contributivo (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.10. Carta balance de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.

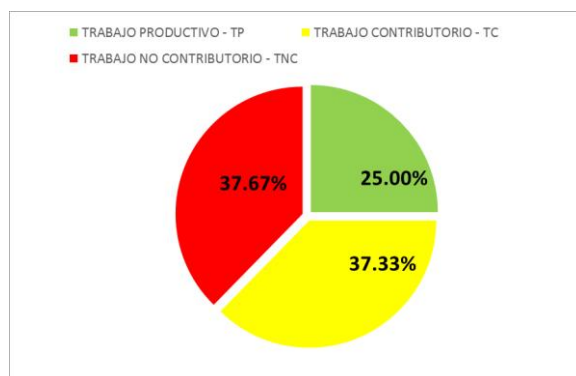


Figura 103. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.

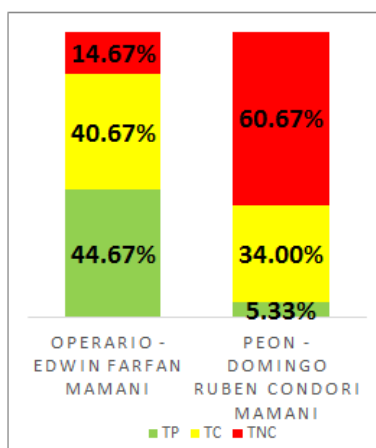


Figura 104. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.

De la figura 106, se observa que el segundo 01 Operario logra alcanzar un 44.67% de Trabajo productivo (TP) y 40.67% de trabajo contributivo (TC), porcentajes aceptables para esa categoría, Por otro lado 01 Peón logra alcanzar 5.33% de trabajo productivo (TP) y 34.00% de trabajo contributivo (TC) valores no aceptables para esta categoría, también se observó que tanto 01 Operario y 01 Peón se interrumpían al realizar la actividad por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta solo por 01 Operario (Se elimina 01 peón), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo

no contributivo (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.11. Carta balance de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.

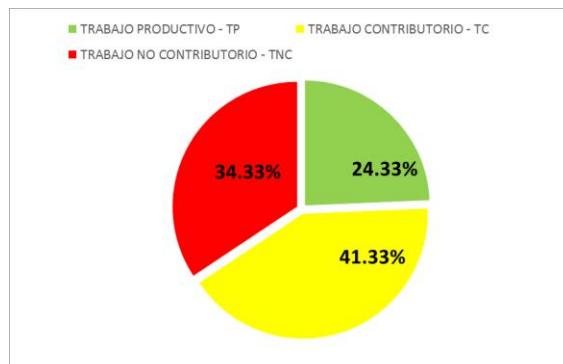


Figura 105. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.

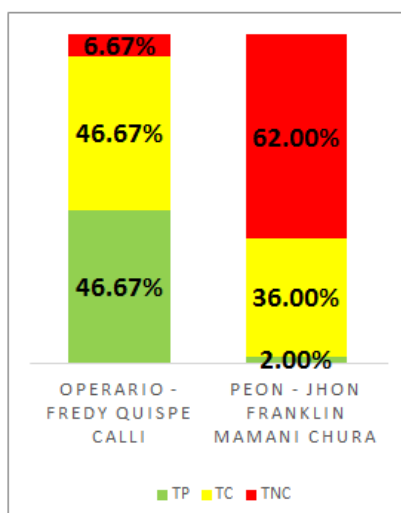


Figura 106. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.

De la figura 108, se observa que el segundo 01 Operario logra alcanzar un 46.67% de Trabajo productivo (TP) y 46.67% de trabajo contributivo (TC), porcentajes poco aceptables para esa categoría, Por otro lado 01 Peón logra alcanzar 2.00% de trabajo productivo (TP) y 36.00% de trabajo contributivo (TC) valores no aceptables para esta categoría, también se observó que tanto 01 Operario y 01 Peón se interrumpían al realizar la actividad por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta solo por 01 Operario (Se elimina 01 peón), adicional a esto se mitigara aquellas actividades

incidentes del Trabajo no contributivo (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.12. Carta balance de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.

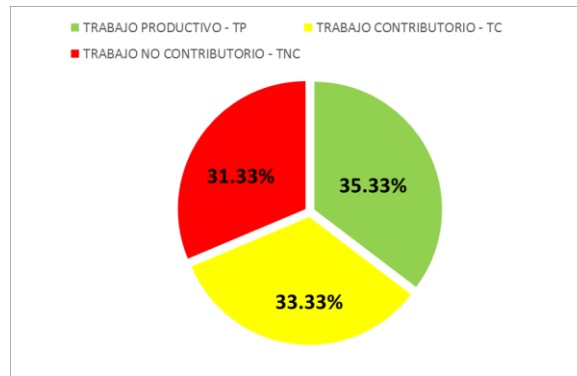


Figura 107. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.

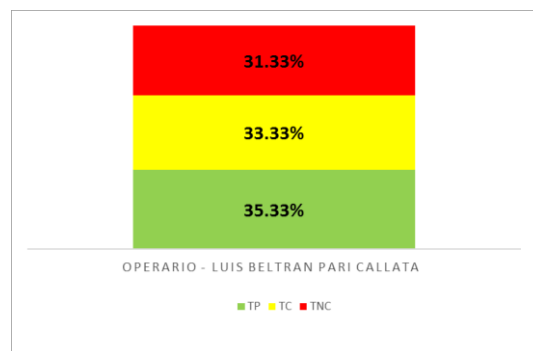


Figura 108. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.

De la medición y resultados de campo, se observó que la partida suministro e instalación de accesorios de ducha es una actividad repetitiva donde no necesariamente se necesita mano de obra calificada (01 operario), ya que se logra alcanzar un 35.33% de Trabajo productivo (TP) y 33.33% de trabajo contributivo (TC) los cuales son porcentajes aceptables para esta categoría, es por ello que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta por 01 Oficial (en reemplazo de 01 operario), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributivo (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.13. Carta balance de la partida instalación de aparatos sanitarios.

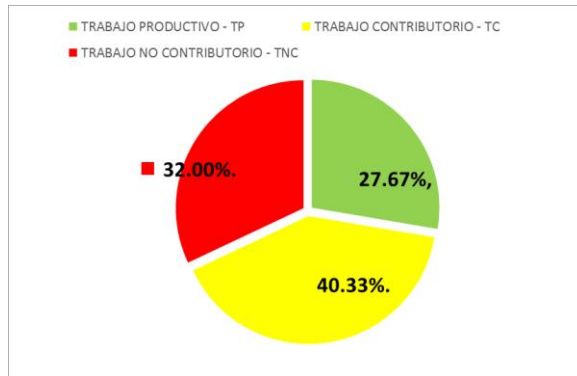


Figura 109. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de aparatos sanitarios.

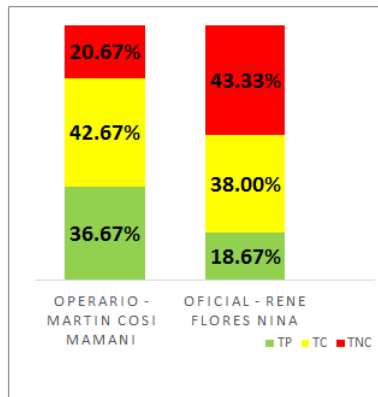


Figura 110. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de aparatos sanitarios.

De la figura 112, se observa que el segundo 01 Operario logra alcanzar un 36.67% de Trabajo productivo (TP) y 42.67% de trabajo contributorio (TC), porcentajes poco aceptables para esa categoría, Por otro lado 01 Oficial logra alcanzar 18.67% de trabajo productivo (TP) y 38.00% de trabajo contributorio (TC) valores poco aceptables para esta categoría, también se observó que tanto 01 Operario y 01 Oficial se interrumpían al realizar la actividad por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta solo por 01 Operario (Se elimina 01 Oficial), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributorio (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.14. Carta balance de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.

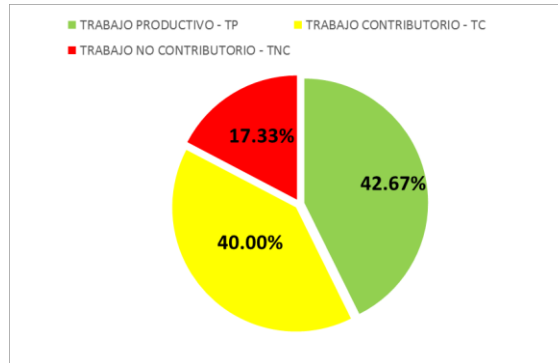


Figura 111. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.

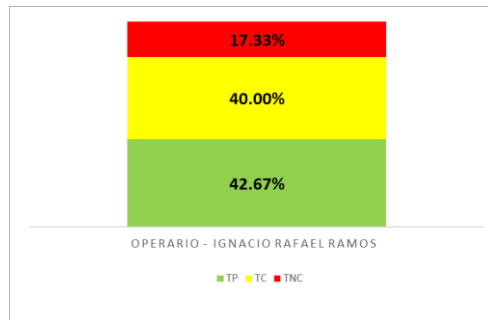


Figura 112. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.

De la medición y resultados de campo, se observó que la partida instalación de luz en techo incluye cableado es una actividad repetitiva donde no necesariamente se necesita mano de obra calificada (01 operario), ya que se logra alcanzar un 42.67% de Trabajo productivo (TP) y 44.00% de trabajo contributorio (TC) los cuales son porcentajes aceptables para esta categoría, es por ello que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta por 01 Oficial (en reemplazo de 01 operario), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributorio (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.15. Carta balance de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.

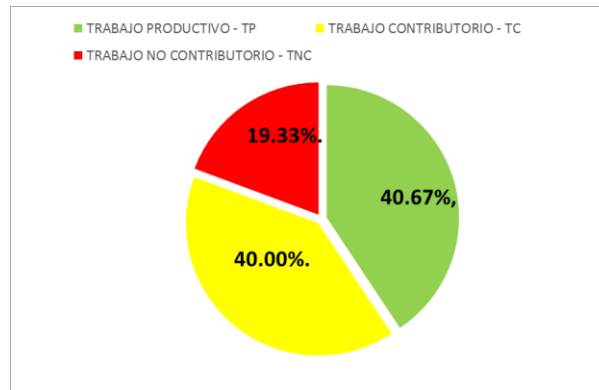


Figura 113. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.

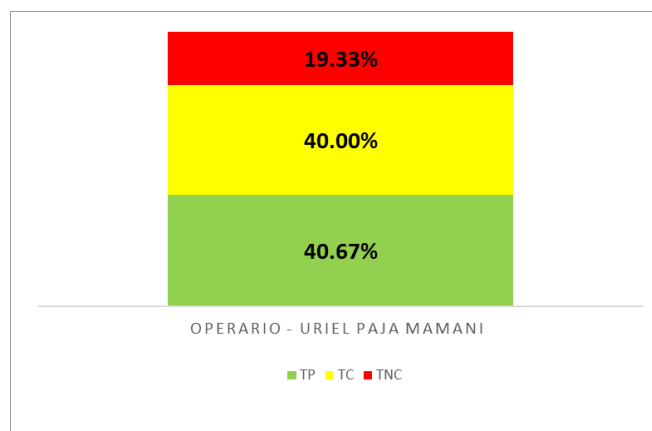


Figura 114. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.

De la medición y resultados de campo, se observó que la partida salida de tomacorriente bipolar simple es una actividad repetitiva donde no necesariamente se necesita mano de obra calificada (01 operario), ya que se logra alcanzar un 40.67% de Trabajo productivo (TP) y 40.00% de trabajo contributorio (TC) los cuales son porcentajes poco aceptables para esta categoría, es por ello que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta por 01 Oficial (en reemplazo de 01 operario), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributorio (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.16. Carta balance de la partida instalación de puerta y ventana.

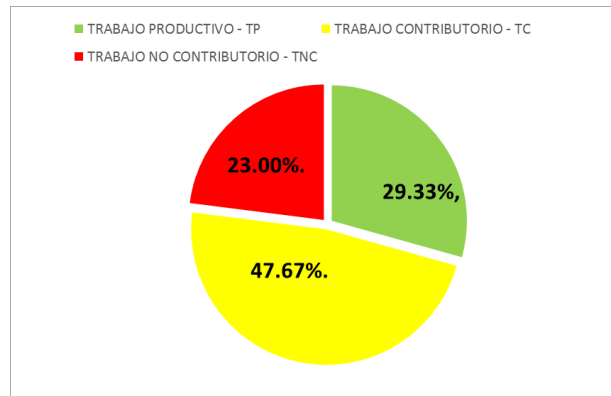


Figura 115. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de puerta y ventana.

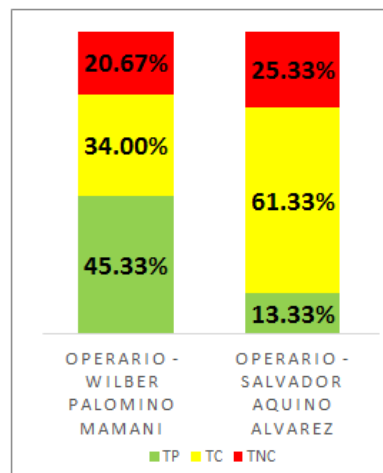


Figura 116. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de puerta y ventana.

De la figura 118 se observa que el primer 01 Operario logra alcanzar un 45.33% de Trabajo productivo (TP) y 34.00% de trabajo contributorio (TC), porcentajes aceptables para esta categoría, por otro lado el segundo 01 Operario logra alcanzar un 13.33% de Trabajo productivo (TP) y 61.33% de trabajo contributorio (TC), porcentajes no aceptables para esta categoría, por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta por 01 Operario y 01 Oficial (en reemplazo de 01 operario), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributorio (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.17. Carta balance de la partida instalación de techo.

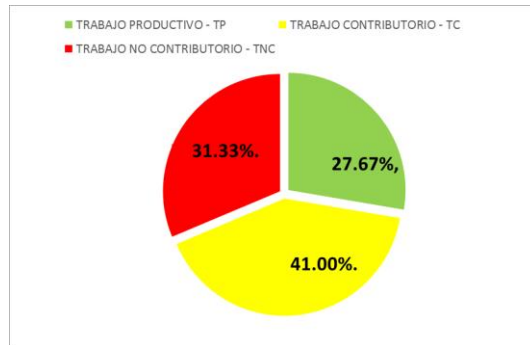


Figura 117. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de techo.

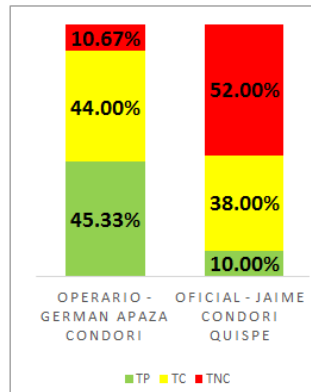


Figura 118. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de techo.

De la figura 120 se observa que el segundo 01 Operario logra alcanzar un 45.33% de Trabajo productivo (TP) y 44.00% de trabajo contributivo (TC), porcentajes poco aceptables para esa categoría, Por otro lado 01 Oficial logra alcanzar 10.00% de trabajo productivo (TP) y 38.00% de trabajo contributivo (TC) valores no aceptables para esta categoría, también se observó que tanto 01 Operario y 01 Oficial se interrumpían al realizar la actividad por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta solo por 01 Operario (Se elimina 01 Oficial), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributivo (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.18. Carta balance de la partida excavación para lavatorio.

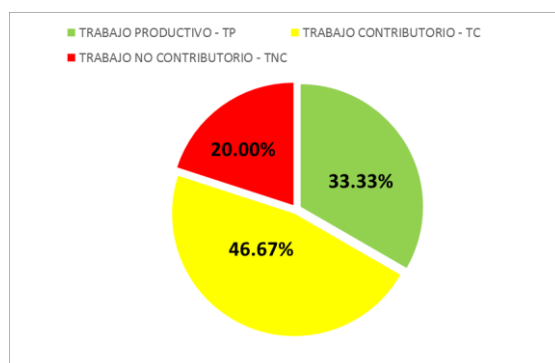


Figura 119. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida excavación para lavatorio.

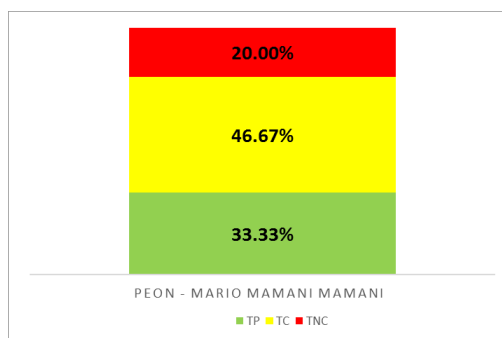


Figura 120. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida excavación para cimiento.

De la figura 122, se observa que 01 Peón se logra alcanzar un 33.33% de Trabajo productivo (TP) y 46.67% de trabajo contributorio (TC), estos porcentajes pueden ser mejorados si se trabaja en la disminución de actividades de trabajo no contributorio (TNC), para lo cual se mantendrá la cuadrilla con 01 Peón.

4.1.2.1.19. Carta balance de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.

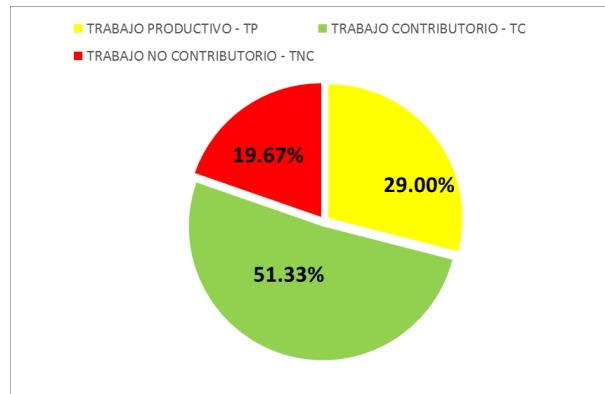


Figura 121. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.

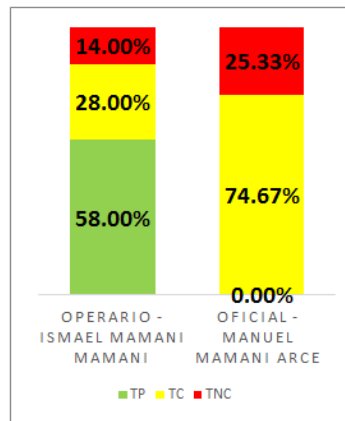


Figura 122. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.

De la figura 124 se observa que 01 Operario logra alcanzar un 58.00% de Trabajo productivo (TP) y 28.00% de trabajo contributorio (TC), porcentajes aceptables para esta categoría, por otro lado 01 Oficial logra alcanzar un 0.00% de Trabajo productivo (TP), 74.67% de trabajo contributorio (TC) y un 25.33% de trabajo no contributorio (TNC) esto es debido a que el oficial asiste al operario casi la mitad del tiempo o la otra mitad espera o descansa, es por ello que se toma el criterio modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta por 01 Operario y 0.5 Oficial (se quita la mitad del tiempo al oficial), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributorio (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.20. Carta balance de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

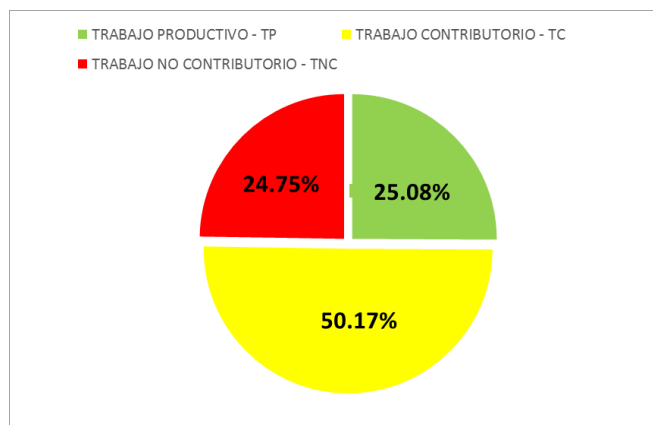


Figura 123. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

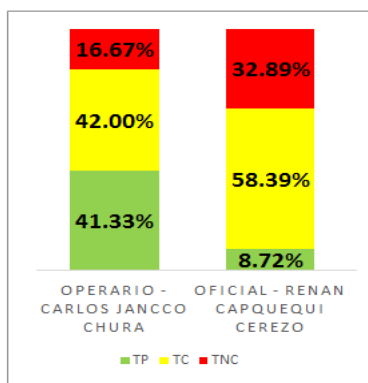


Figura 124. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

De la figura 126 se observa que 01 Operario logra alcanzar un 41.33% de Trabajo productivo (TP) y 42.00% de trabajo contributivo (TC), porcentajes aceptables para esta categoría, por otro lado 01 Oficial logra alcanzar un 8.72% de Trabajo productivo (TP), 58.39% de trabajo contributivo (TC) porcentajes de la categoría en 01 Peón por lo que se toma el criterio modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta por 01 Operario y 01 Peón (en reemplazo de 01 Oficial), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributivo (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.21. Carta balance de la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$

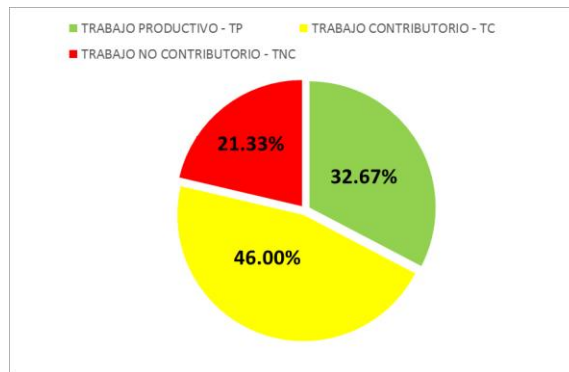


Figura 125. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$.

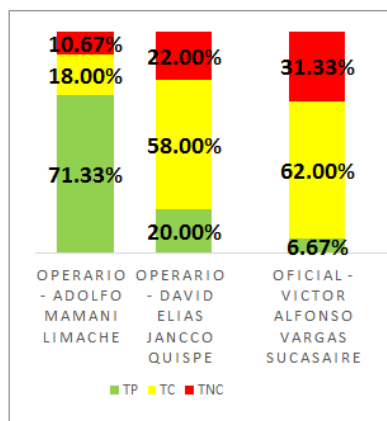


Figura 126. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$

De la figura 128 se observa que el segundo 01 Operario logra alcanzar un 20.00% de Trabajo productivo (TP) y 58.00% de trabajo contributorio (TC), porcentajes no aceptables para esa categoría, Por otro lado 01 Oficial logra alcanzar 6.67% de trabajo productivo (TP) y 62.00% de trabajo contributorio (TC) valores no aceptables para esta categoría, también se observó que tanto 02 Operario y 01 Oficial se interrumpían al realizar la actividad por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta solo por 01 Operario y 01 Peón (Se elimina 01 operario y se reemplaza al Oficial), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributorio (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.22. Carta balance de la partida tarrajeo en interior en UBS.

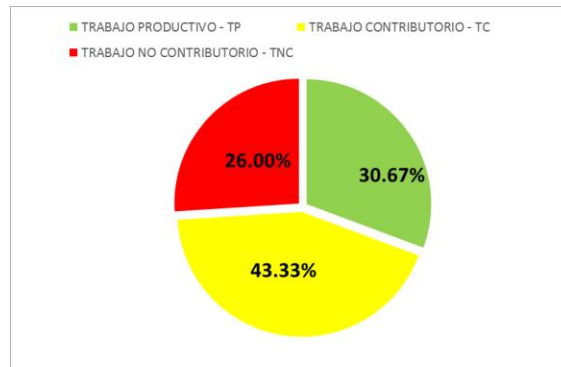


Figura 127. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida tarrajeo en interior en UBS.

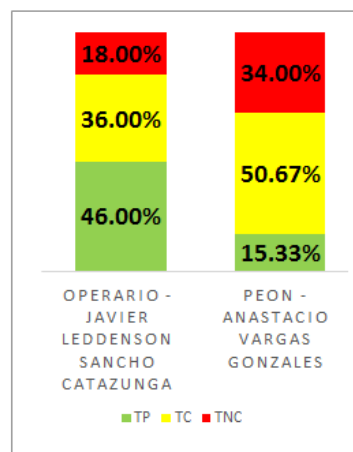


Figura 128. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida tarrajeo en interior en UBS.

De la figura 130 se observa que 01 Operario logra alcanzar un 46.00% de Trabajo productivo (TP) y 36.00% de trabajo contributorio (TC), porcentajes aceptables para esta categoría, por otro lado 01 Peón logra alcanzar un 15.33% de Trabajo productivo (TP), 50.67% de trabajo contributorio (TC) porcentajes aceptables para esta categoría, también se observó que esta partida necesita más mano de obra calificada ya que hay actividades que 01 Peón no lo puede realizar es por ello toma el criterio modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta por 02 Operario (se adiciona 01 operario) y 01 Peón, para que de esta forma se logre mejorar la productividad.

4.1.2.1.23. Carta balance de la partida vaciado de concreto para piso.

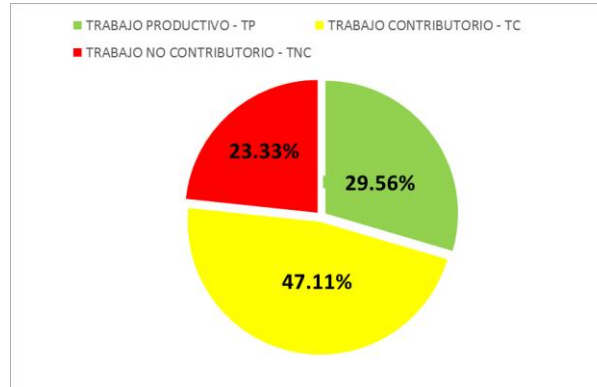


Figura 129. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de concreto para piso.

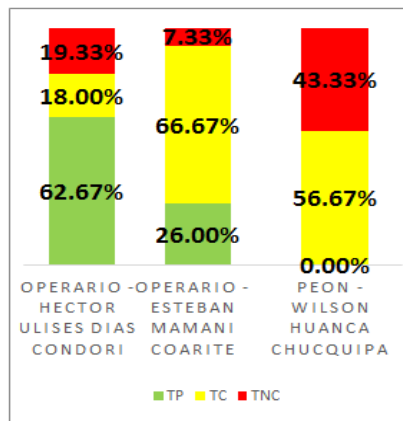


Figura 130. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de concreto para piso.

De la figura 132, se observa que el primer 01 Operario logra alcanzar un 62.67% de Trabajo productivo (TP) y 18.00% de trabajo contributorio (TC), porcentajes aceptables para esa categoría, Por otro lado el segundo 01 Operario logra alcanzar 26.00% de trabajo productivo (TP) y 66.67% de trabajo contributorio (TC) valores poco aceptables para esta categoría, sin embargo también se observó que tanto los 02 Operarios y 01 Peón se interrumpían al realizar la actividad por lo que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta solo por 01 Operario y 01 Peón (Se elimina 01 Operario), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributorio (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.24. Carta balance de la partida pintura en muros interiores.

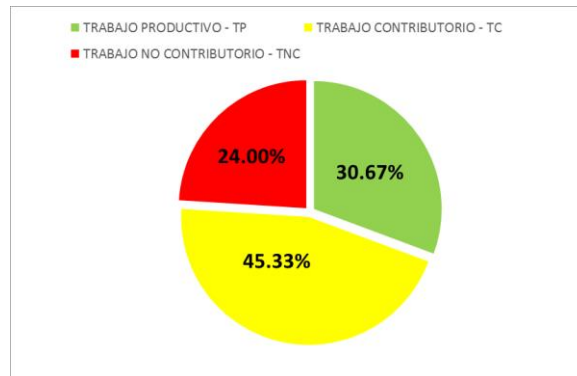


Figura 131. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida pintura en muros interiores.

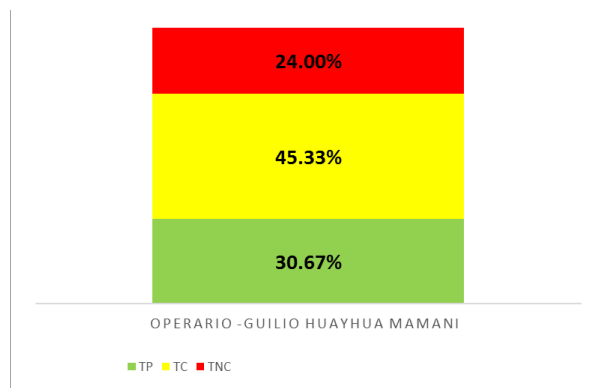


Figura 132. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida pintura en muros interiores.

De la figura 134, se observa que 01 Operario logra alcanzar un 30.67% de Trabajo productivo (TP) y 45.33% de trabajo contributorio (TC) los cuales son porcentajes poco aceptables para esta categoría, por otro lado observando el buen porcentaje de trabajo contributorio (TC) podemos deducir que esta partida necesita asistencia en este caso de 01 Peón, es por ello que se toma el criterio de modificar la cuadrilla muestreada, en la que se propone ser compuesta por 01 Operario y 01 Peón (se adiciona 01 Peón a la cuadrilla), adicional a esto se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributorio (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.25. Carta balance de la partida excavación para biodigestor.

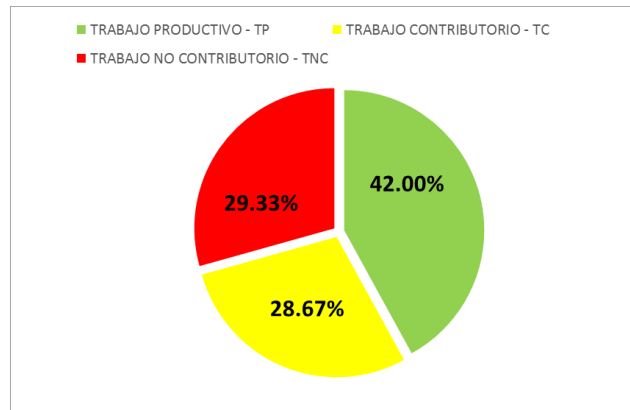


Figura 133. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida excavación para biodigestor.

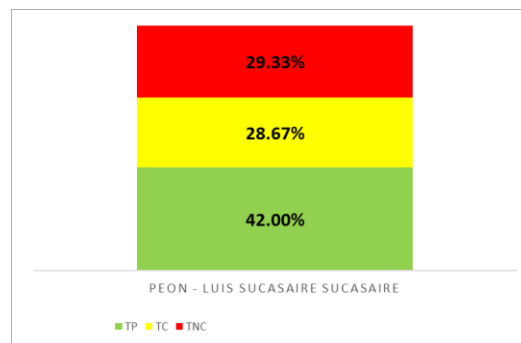


Figura 134. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida excavación para biodigestor.

De la medición y resultados de campo, se observó que la partida excavación para biodigestor, es un trabajo en la que no necesariamente se necesita mano de obra calificada, puesto que con 01 Peón se logra alcanzar un 42.00% de Trabajo productivo (TP) y 28.67% de trabajo contributorio (TC), estos porcentajes pueden ser mejorados si se trabaja en la disminución de actividades de trabajo no contributorio (TNC), ya que se observa que el descansar para 01 peón es constante por la misma naturaleza del terreno que es relativamente dura para lo cual se propone coordinar con el gestor social para la saturación del suelo un día antes de la intervención de la actividad.

4.1.2.1.26. Carta balance de la partida nivelado y compactado.

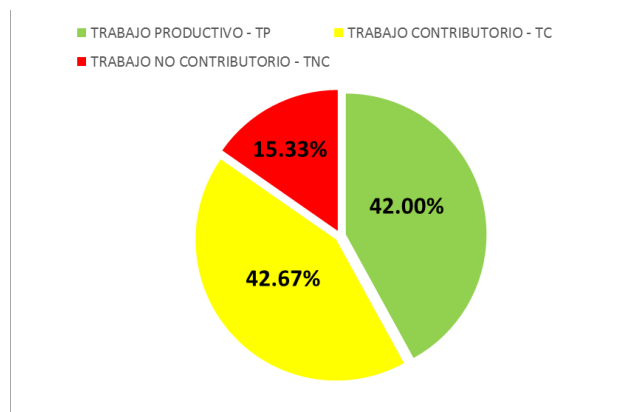


Figura 135. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida nivelado y compactado.

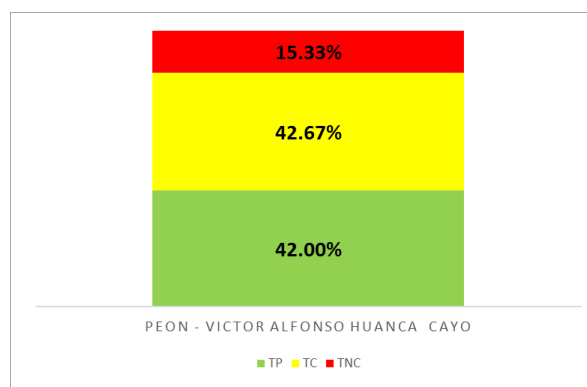


Figura 136. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida nivelado y compactado.

De la medición y resultados de campo, se observó que la partida nivelado y compactado, es un trabajo en la que no necesariamente se necesita mano de obra calificada, puesto que con 01 Peón se logra alcanzar un 42.00% de Trabajo productivo (TP) y 42.67% de trabajo contributorio (TC), estos porcentajes pueden ser mejorados si se trabaja en la disminución de actividades de trabajo no contributorio (TNC) con la implementación de la herramienta Last planner system.

4.1.2.1.27. Carta balance de la partida relleno con material propio.

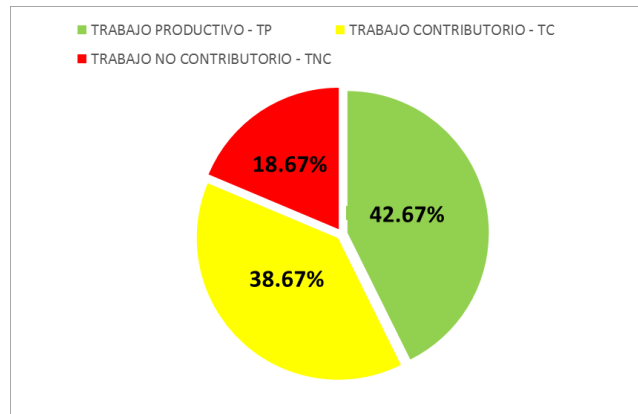


Figura 137. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida relleno con material propio

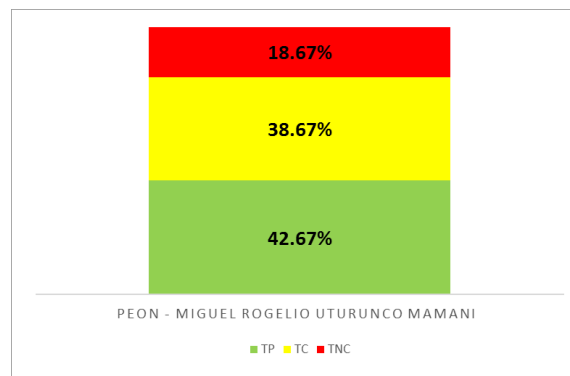


Figura 138. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida relleno con material propio

De la medición y resultados de campo, se observó que la partida relleno con material propio, es un trabajo en la que no necesariamente se necesita mano de obra calificada, puesto que con 01 Peón se logra alcanzar un 42.67% de Trabajo productivo (TP) y 38.67% de trabajo contributorio (TC), estos porcentajes pueden ser mejorados si se trabaja en la disminución de actividades de trabajo no contributorio (TNC) con la implementación de la herramienta Last planner system.

4.1.2.1.28. Carta balance de la partida instalación de biodigestor.

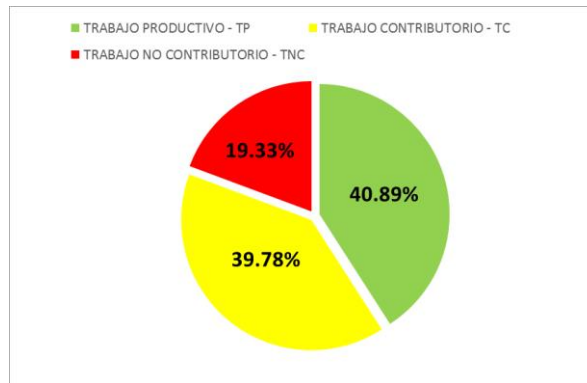


Figura 139. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de biodigestor.

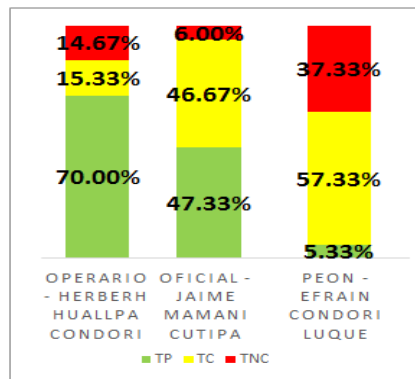


Figura 140. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de biodigestor.

De la medición y resultados de campo de la partida instalación de biodigestor, se observó que los porcentajes obtenidos para la cuadrilla conformada por 01 Operario, 01 Oficial y 01 peón logran alcanzar porcentajes de 40.89% de Trabajo productivo (TP) y 39.78% de trabajo contributorio (TC), porcentajes aceptables para cada categoría, sin embargo, estos porcentajes pueden ser mejorados si se trabaja en la disminución de actividades de trabajo no contributorio (TNC) con la implementación de la herramienta Last planner system, por lo que se mantendrá la cuadrilla inicial.

4.1.2.1.29. Carta balance de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.

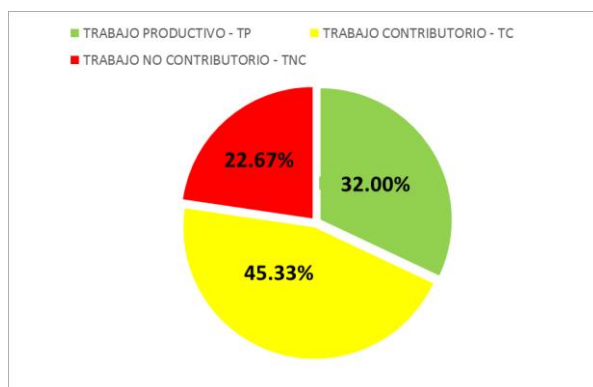


Figura 141. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.

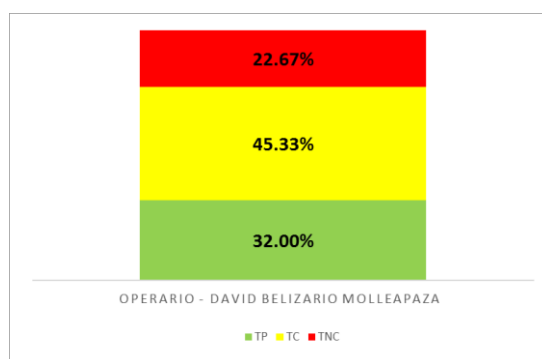


Figura 142. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.

De la medición y resultados de campo, se observó que partida encofrado y desencofrado para caja de lodos, es un trabajo en la que necesita mano de obra calificada, puesto que con 01 Operario se logra alcanzar un 32.00% de Trabajo productivo (TP) y 45.33% de trabajo contributorio (TC) porcentajes poco aceptables para esta categoría, sin embargo, estos porcentajes pueden ser mejorados si se trabaja en la disminución de actividades de trabajo no contributorio (TNC) con la implementación de la herramienta Last planner system.

4.1.2.1.30. Carta balance de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.

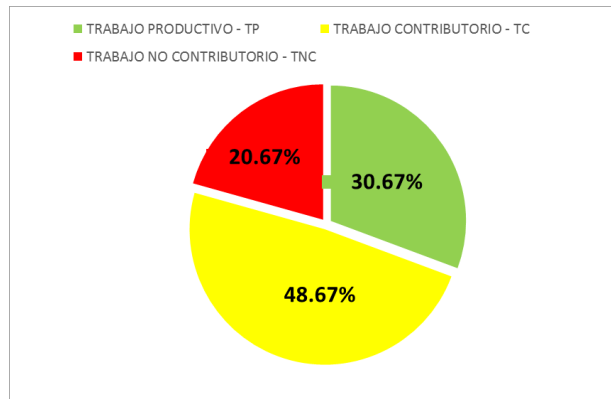


Figura 143. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.

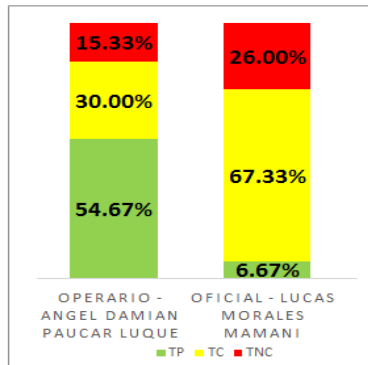


Figura 144. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.

De la figura 144 se observa que 01 Operario logra alcanzar un 54.67% de Trabajo productivo (TP) y 30.00% de trabajo contributorio (TC), porcentajes aceptables para esta categoría, por otro lado 01 Oficial logra alcanzar un 6.67% de Trabajo productivo (TP), 67.33% de trabajo contributorio (TC) porcentajes no aceptables para esta categoría, sin embargo para esta partida se necesita mano de obra calificada es por ello que se toma el criterio de mantener la cuadrilla con 01 Operario y 01 Oficial, por otro lado se mitigara aquellas actividades incidentes del Trabajo no contributorio (TNC) para que de esa manera se logre optimizar los recursos para el mejoramiento de la productividad.

4.1.2.1.31. Carta balance de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.

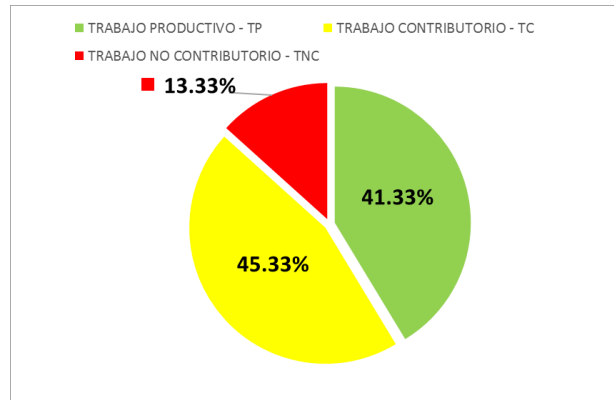


Figura 145. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.

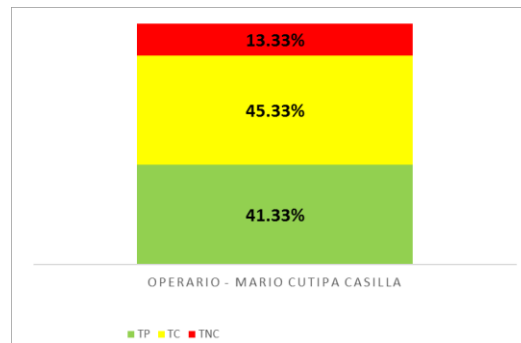


Figura 146. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.

De la medición y resultados de campo, se observó que partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos, es una actividad en la que se necesita mano de obra calificada, puesto que con 01 Operario se logra alcanzar un 41.33% de Trabajo productivo (TP) y 45.33% de trabajo contributorio (TC) porcentajes poco aceptables para esta categoría, sin embargo, estos porcentajes pueden ser mejorados si se trabaja en la disminución de actividades de trabajo no contributorio (TNC) con la implementación de la herramienta Last planner system.

4.1.2.1.32. Carta balance de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.

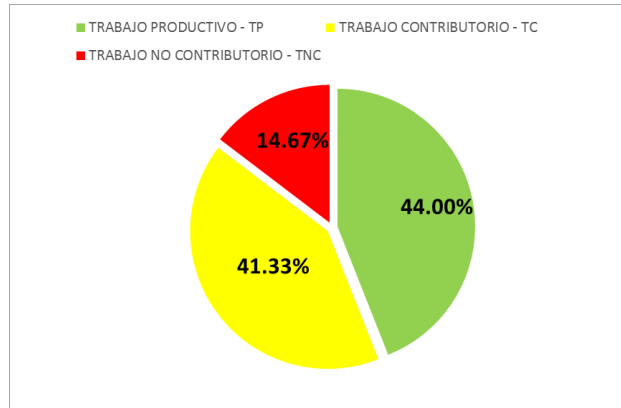


Figura 147. Resumen de nivel de trabajo general de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.

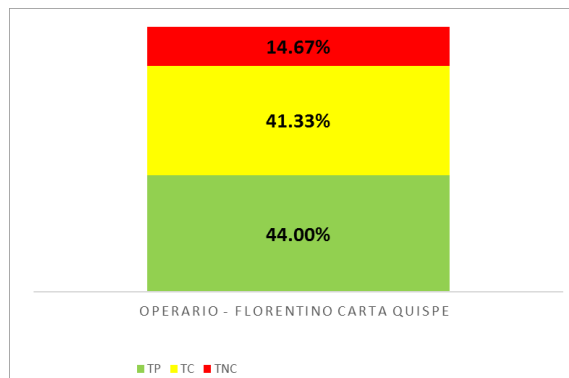


Figura 148. Resumen de nivel de trabajo desagregado de (P1real) de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.

De la medición y resultados de campo, se observó que partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración, es una actividad en la que se necesita mano de obra calificada, puesto que con 01 Operario se logra alcanzar un 44.00% de Trabajo productivo (TP) y 41.33% de trabajo contributorio (TC) porcentajes poco aceptables para esta categoría, sin embargo, estos porcentajes pueden ser mejorados si se trabaja en la disminución de actividades de trabajo no contributorio (TNC) con la implementación de la herramienta Last planner system.

4.1.2.2. Aplicación de la herramienta Last Planner System

4.1.2.2.1. Sectorización

El proyecto “C” en el cual se aplica Last planner system abarca la construcción de 1882 unidades básicas de saneamiento dispersas en las zonas de Jorge Basadre y zona Lago. La sectorización se realiza para dividir el tamaño de intervención y así tener un mayor control de la ejecución del proyecto; en la que se aplicó los criterios de ubicación de las unidades básicas de saneamiento, puntos de abastecimiento de agua, topografía, comunidades y sectores ya conformados, para lo cual como propuesta final se quedó en dividirlo en 3 sectores o 3 frentes de trabajo; quedando en la construcción de 596 UBS para el sector 1, construcción de 632 UBS para el sector 2 y la construcción de 654 UBS para el sector 3, haciendo un total de 1882 UBS, tal como se muestra a continuación.

SECTORIZACION			
NOMBRE DEL PROYECTO: "INSTALACION DEL SISTEMA FAMILIAR DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANITARIAS EN LAS COMUNIDADES Y PARCIALIDADES DE LAS ZONAS: JORGE BASADRE Y LAGO DEL DISTRITO DE HUANCANE - HUANCANE - PUNO"		COMPONENTE: CASSETAS SANITARIAS CON TRATAMIENTO DE ESCRETAS	
UBICACIÓN: JORGE BASADRE - ZONA LAGO	CLIENTE: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANCANE	EJECUTOR: CONSORCIO BASADRE	AREA: OFICINA TECNICA
COMUNIDADES/SECTORES	UNIDAD	UBS	FRENTES
ZONA JORGE BASADRE:		1228	
SISTEMA N° 01: AZANGARILLO	283		SECTOR 1 CON 596 UBS
PARCIALIDAD DE CALLAPANI	UND.	55	
PARCIALIDAD DE HUAYRAPATA	UND.	39	
COMUNIDAD AZANGARILLO PRIMER SECTOR	UND.	40	
COMUNIDAD AZANGARILLO SEGUNDO SECTOR	UND.	51	
COMUNIDAD AZANGARILLO TERCER SECTOR	UND.	47	
COMUNIDAD AZANGARILLO CUARTO SECTOR	UND.	51	
SISTEMA N° 02: ACOCOLLO	121		
CENTRO POBLADO DE ACOCOLLO	UND.	85	
COMUNIDAD DE MACHACAMARCA	UND.	36	
SISTEMA N° 03: QUENCHA	46		
PARCIALIDAD DE QUENCHA	UND.	46	
SISTEMA N° 04: TAURAHUTA "A" Y "B"	146		
COMUNIDAD DE TAURAHUTA	UND.	146	
SISTEMA N° 05: MARIANO PACCO	570		SECTOR 2 CON 632 UBS
COMUNIDAD ANTACAHUA	UND.	96	
COMUNIDAD DE PAMPA AMARU	UND.	115	
COMUNIDAD DE CUCHO AMARU	UND.	75	
PARCIALIDAD DE CHILLICUYO	UND.	112	
PARCIALIDAD JORATA CENTRAL	UND.	93	
PARCIALIDAD TUMANTA JINCHUYO	UND.	79	
SISTEMA N° 06: CUPISCO	62		
COMUNIDAD CUPISCO	UND.	62	
ZONA LAGO:		654	
SISTEMA N° 07: SAN PEDRO DE HUARISANI	178		SECTOR 3 CON 654 UBS
PARCIALIDAD DE LLACHAHUANI	UND.	43	
PARCIALIDAD DE JACENCOYA	UND.	17	
PARCIALIDAD DE HUARISANI	UND.	80	
PARCIALIDAD DE RENJACHI	UND.	38	
SISTEMA N° 08: QUELLA	55		
PARCIALIDAD DE QUELLA	UND.	55	
SISTEMA 09: KANRAYA	34		
PARCIALIDAD DE KANRAYA	UND.	34	
SISTEMA N° 13: KAKAJACHI	30		
PARCIALIDAD DE KAKAJACHI	UND.	30	
SISTEMA N° 17: KANI	30		
PARCIALIDAD DE KANI	UND.	30	
SISTEMA 10: SANTIAGUILLO	86		
PARCIALIDAD DE SANTIAGUILLO	UND.	86	
SISTEMA N° 11: PECAÑAMURI	18		
PARCIALIDAD DE PECAÑAMURI	UND.	18	
SISTEMA N° 12: CHIJUYA	52		
PARCIALIDAD DE CHIJUYA - HUERTAPATA	UND.	52	
SISTEMA N° 14: TITILE	63		
PARCIALIDAD DE TITILE	UND.	63	
SISTEMA N° 15: HUINICHI	67		
PARCIALIDAD DE HUINIQUI	UND.	67	
SISTEMA N° 16: SUAQUILLO	41		
PARCIALIDAD DE SUAQUELLO	UND.	41	
TOTAL		1,882.00	

Figura 149. Sectorización de los 1882 und de UBS del proyecto C en 3 sectores.

4.1.2.2.2. Estructura de descomposición de trabajo – EDT

De las partidas que conforman el expediente técnico del proyecto C, se realiza la descomposición de estructura de trabajo en la que se divide en la construcción de casetas sanitarias e instalación del sistema de tratamiento.

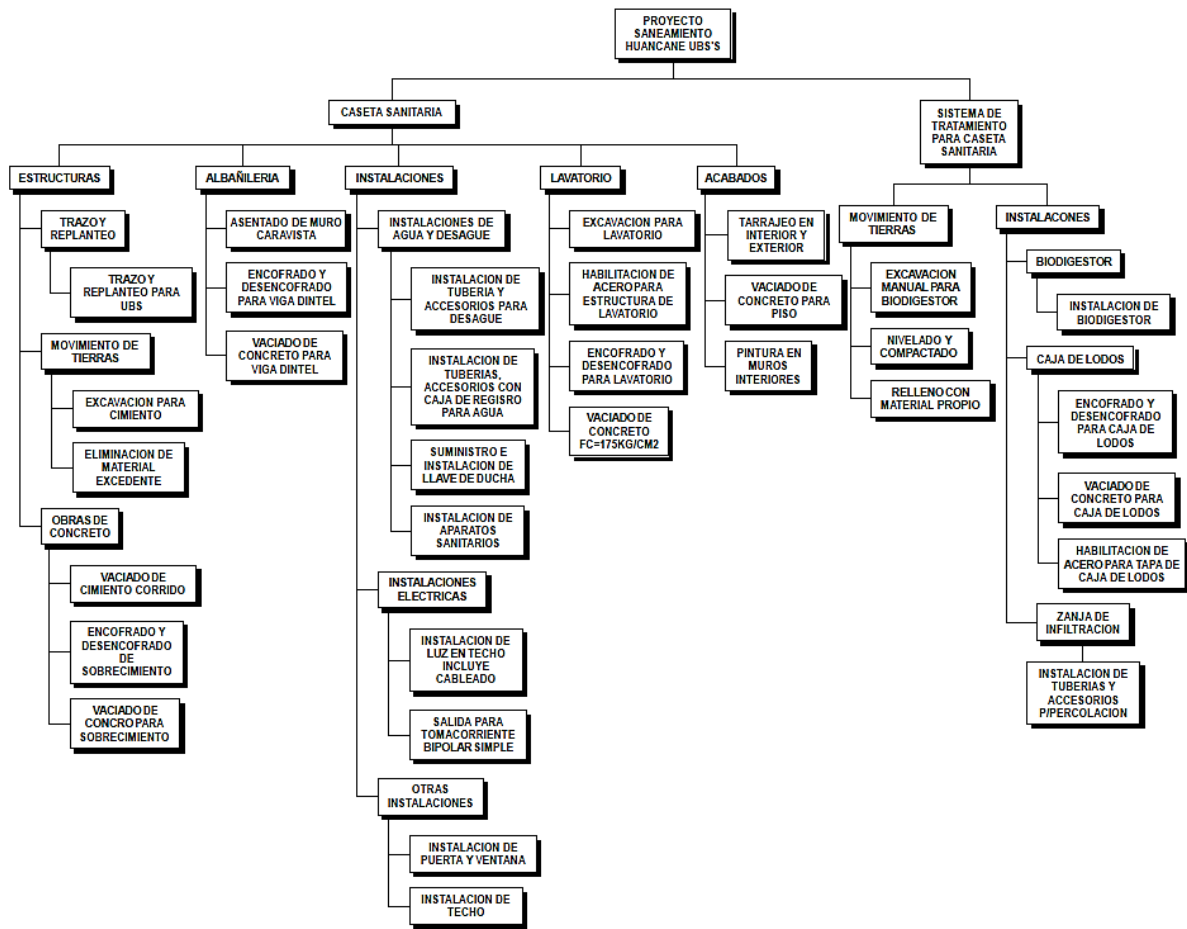


Figura 150.- Estructura de descomposición de trabajo para la construcción de unidades básicas de saneamiento.

4.1.2.2.3. Análisis de cuadrillas

Al determinar productividad inicial (P inicial) y productividad 1 real (P1 real), se obtiene una producción diaria expresadas en unidades de UBS por día, a su vez con la aplicación de la herramienta Carta Balance se identifica que partidas pueden modificar su cuadrilla para así tener una producción diaria inicial la cual se le denomina flujo inicial, las partidas en estudio tienen una producción diaria distintas entre sí, es por ello que se busca balancearlas con el objetivo de alcanzar una producción de cuadrilla similar entre ellas, considerando los procesos constructivos adecuados tomando en consideración la velocidad que cada actividad necesita para ser concluida en un determinado tiempo, esta etapa es muy importante para lograr un flujo

Figura 152.- Tren de actividades de Last Planner System

En la figura 154 se muestra el tren de actividades de los 3 sectores del proyecto C, en las que se muestra el inicio de secuencias de actividades según la producción diaria del flujo balanceado

El tren de actividad del primer sector muestra una diferencia en secuencia de actividades esto es debido a que a inicio de cada actividad se realizó la toma de datos para determinar la productividad real, así como también la aplicación de la herramienta carta balance.

4.1.2.2.5. Plan maestro

El plan maestro es un complemento al cronograma de ejecución contractual en la que se puede apreciar la aplicación del análisis de cuadrillas y tren de actividades, quedando, así como el nivel más alto de la planificación de la herramienta last planner system, el plan maestro está estructurada por las partidas determinadas en el EDT del proyecto, así como también la sectorización. Se analiza de forma general actualizando información de producción diaria para cada una de las partidas.

			PLAN MAESTRO																																																																							
CODIGO DE PROYECTO: Proyecto_Saneamiento_Huancane			NOMBRE DEL PROYECTO: "INSTALACION DEL SISTEMA FAMILIAR DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANITARIAS EN LAS COMUNIDADES Y PARCIALIDADES DE LAS ZONAS: JORGE BASADRE Y LAGO DEL DISTRITO DE HUANCANE - HUANCANE - PUNO"																																													COMPONENTE: UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO																										
UBICACION: JORGE BASADRE - ZONA LAGO			CUENTE: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANCANE												EJECUTOR: CONSORCIO BASADRE												FECHA DE INICIO CONTRACTUAL 14/12/2018												FECHA DE CULMINACION CONTRACTUAL 10/08/2019						FECHA DE CULMINACION CON SUSPENSIÓN POR 20 DIAS 30/08/2019						FECHA DE CULMINACION CON AMPLIACION DE PLAZO POR 40 DIAS 09/10/2019						AREA: OFICINA TECNICA			FECHA: 15/12/2018														
			DICIEMBRE 2018												ENERO 2019												FEBRERO 2019												MARZO 2019						ABRIL 2019						MAYO 2019						JUNIO 2019						JULIO 2019						AGOSTO 2019					
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD TOTAL																																																																							
PROYECTO SANEAMIENTO HUANCANE UBS'S																																																																										
INSTALACION DE UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO SECTOR 1																																																																										
CASETA SANITARIA																																																																										
ESTRUCTURAS																																																																										
TRAZO Y REPLANTEO																																																																										
1	TRAZO Y REPLANTEO PARA UBS	und	596																																																																							
MOVIMIENTO DE TIERRAS																																																																										
2	EXCAVACION PARA CIMENTO	und	596																																																																							
3	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	und	596																																																																							
OBRAS DE CONCRETO																																																																										
4	VACIADO DE CIMENTO CORRIDO	und	596																																																																							
5	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	und	596																																																																							
6	VACIADO DE CONCRETO PARA SOBRECIMIENTO	und	596																																																																							
ALBANILERIA																																																																										
7	ASENTADO DE MURO CARAVISTA	und	596																																																																							
8	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA DINTEL	und	596																																																																							
9	VACIADO DE CONCRETO PARA VIGA DINTEL	und	596																																																																							
INSTALACIONES																																																																										
INSTALACIONES DE DESAGUE																																																																										
10	INSTALACION DE TUBERIA Y ACCESORIOS PARA DESAGUE	und	596																																																																							
11	INSTALACION DE TUBERIAS ACCESORIOS PARA AGUA	und	596																																																																							
12	SUMINISTRO E INSTALACION DE LLAVE DE DUCHA	und	596																																																																							
13	INSTALACION DE APARATOS SANITARIOS	und	596																																																																							
INSTALACIONES ELECTRICAS																																																																										
14	INSTALACION DE LUZ EN TECHO INCLUYE CABLEADO	und	596																																																																							
15	SALIDA PARA TOMACORRIENTE BIPOLAR SIMPLE	und	596																																																																							
OTRAS INSTALACIONES																																																																										
16	INSTALACION DE PUERTA Y VENTANA	und	596																																																																							
17	INSTALACION DE TECHO	und	596																																																																							
LAVATORIO																																																																										
18	EXCAVACION PARA LAVATORIO	und	596																																																																							
19	HABILITACION DE ACERO PARA ESTRUCTURA DE LAVATORIO	und	596																																																																							
20	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA LAVATORIO	und	596																																																																							
21	VACIADO DE CONCRETO FC=175KG/CM2	und	596																																																																							
ACABADOS																																																																										
22	TARRAJEO EN INTERIOR EN UBS	und	596																																																																							
23	VACIADO DE CONCRETO PARA PISO	und	596																																																																							
24	PINTURA EN MUROS INTERIORES	und	596																																																																							
SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA CASETA SANITARIA																																																																										
MOVIMIENTO DE TIERRAS																																																																										
25	EXCAVACION MANUAL PARA BIODIGESTOR	und	596																																																																							
26	NIVELADO Y COMPACTADO	und	596																																																																							
27	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	und	596																																																																							
INSTALACIONES																																																																										
BIODIGESTOR																																																																										
28	INSTALACION DE BIODIGESTOR	und	596																																																																							
CAJA DE LODOS																																																																										
29	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CAJA DE LODOS	und	596																																																																							
30	VACIADO DE CONCRETO PARA CAJA DE LODOS	und	596																																																																							
31	HABILITACION DE ACERO PARA TAPA DE CAJA DE LODOS	und	596																																																																							
PERCOLACION Y/O INFILTRACION																																																																										
32	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS P/PERCOLACION O INFILTRACION	und	596																																																																							

Figura 153.- Plan maestro del sector 1 de Last planner system

4.1.2.2.5. Porcentaje de plan cumplido

El porcentaje de plan cumplido es un indicador que mide la confiabilidad de asumir compromisos como equipo, es por ello que se mide de manera porcentual ya que la herramienta Last planner system tiene la metodología de completar las actividades a base de compromisos y al no cumplirse esta se rompe el eslabón (al no cumplir el compromiso), la obra pierde eficacia y productividad, por lo que es muy importante identificar las restricciones que o las causas de no cumplimiento.

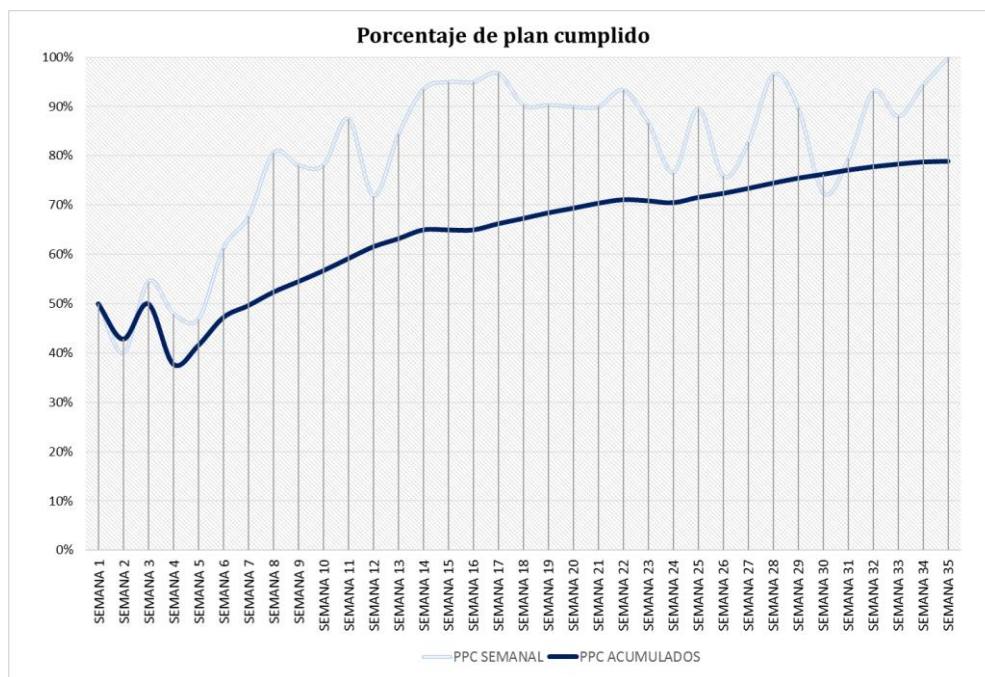


Figura 156.- Curva de porcentaje de plan cumplido de Last planner system

En la figura 158 se observa los resúmenes de los porcentajes de plan cumplido durante las 35 semanas planteadas en el plan maestro para su culminación, en la que se aprecia que el plan completado acumulado es de 79% de la que se muestra un incumplimiento a lo planificado inicialmente, cabe mencionar que este incumplimiento no necesariamente es por la baja de producción semanal que se tuvo, sino que también es porque en algunas semanas se tuvo un avance superior a lo planificado.

Al actualizar información de producción semanal se analiza el cumplimiento y las causas de no cumplimiento para cada compromiso no completado, en la que se busca identificar cual

fue la cusa raíz del incumplimiento. El objetivo no es buscar al culpable si no identificar porque no se pudo cumplir la actividad de manera que se tome acciones correctivas en base a la causa raíz.



Figura 157.- Causas de no cumplimiento de Last planner system

De la figura 159 se observa de manera porcentual la distribución las causas de no cumplimiento del plan en la que se evidencia que los materiales y mano de obra fueron desabastecidos en su momento planificado, esto llevo a que en algunas actividades se tenga cuadrillas sin materiales y personal afectando a actividades precedentes, mientras que en equipos se refiere a la inoperatividad que se tuvo en su momento por causas de ubicación de UBS, topografía del terreno y condiciones climáticas que no fueron causas atribuibles a la planificación maestra.

4.1.2.2.6. Reunión semanal.

La reunión semanal representa el hito más importante en la aplicación de last planner system ya que se considera como de una exitosa planificación en la que se discute el despeño del periodo anterior y posterior analizando el plan a medio plazo para comprometer y validar el plan para la posterior semana.



Figura 158. Reunión semanal.

En la figura 160 se observa una de las reuniones semanales de planificación que se tuvo en el proyecto C, las cuales se realizaron los días viernes a las 5:00 pm con una duración de 30 a 90 minutos en la que participa el jefe de proyecto, ingeniero residente de obra, ingeniero de oficina técnica, ingenieros de producción, ingenieros especialistas, subcontratistas y asistentes.

4.1.3. Presentación de resultados de productividad con la aplicación de lean construction

Los resultados que se presentaran a continuación se efectuaron solo para el proyecto C para las 32 partidas que se detallan en la Tabla 13, las cuales fueron escogidas a criterio del investigador, así como también a criterio de juez de expertos (Residentes de obra), cabe mencionar que por la magnitud de información que abarca el presente proyecto solo se hará detalle del análisis de datos para la primera partida, para las demás siguientes solo se mostraran resultados comparativos de productividad , cantidad de mano de obra y costo unitario por unidad básica de saneamiento (UBS).

4.1.3.1. Resultados obtenidos de la partida trazo y replanteo para UBS

4.1.3.1.1. Productividad 2 real – P 2 real

La productividad 2 real, se determinó con los datos obtenidos con la ficha de recolección de datos las cuales se detallan en el anexo C, para cada una de las 32 partidas que componen el proceso constructivo de las unidades básicas de saneamiento (UBS). Cabe mencionar que la recolección se realizó durante 12 (doce) días con una jornada laboral de 8 (ocho) horas efectivas, a su vez se registraron la producción diaria que cada cuadrilla presenta.

Tabla 19

Productividad 2 real (P2real) de la partida trazo y replanteo para ubs.

Datos	Und	Proyecto C
Produccion Diaria	m2	4,100.60
Jornada laboral	horas	8.00
Cuadrilla	hombres	24.00
Productivida 1 real	m2/hh	21.36

Fuente: Elaboración propia

Con el resultado obtenido con la aplicación de las herramientas de Lean construction mostrados en la tabla 19, se muestra que la productividad 2 real para la partida trazo y replanteo para UBS, del proyecto C se obtiene una productividad de 21.36 m2 utilizando una hora hombre, superior a la productividad inicial y productividad 1 real.

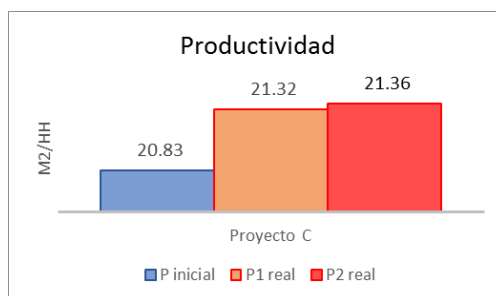
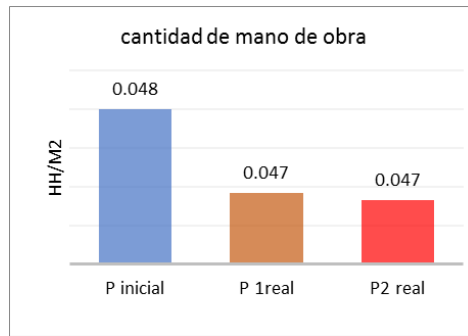


Figura 159. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida trazo y replanteo para UBS del proyecto C

De la figura 161 se observa que la productividad del expediente técnico (Pinicial) es de 20.83m2/hh, la productividad con una planificación tradicional (P1 real) es de 21.32m2/hh, y para la productividad con aplicación de lean construction (P2 real) es de 21.36 m2/hh, teniendo como resultado una mejora de productividad mínima en relación a la productividad 1 (P1real) y a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.1.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida trazo y replanteo para UBS.



*Figura 160.*Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida trazo y replanteo para UBS del proyecto C.

De la figura 162, se observa que la cantidad mano de obra del expediente técnico (Pinicial) y real 1 antes de aplicar Lean Construction (P1 real) es de 0.048 y 0.047 horas hombre por metro cuadrado respectivamente y después de aplicar Lean Construction (P2 real) es de 0.047 horas hombre por metro cuadrado. Con la aplicación de lean construction se logra optimizar la cantidad de mano de obra por metro cuadrado de trazo y replanteo.

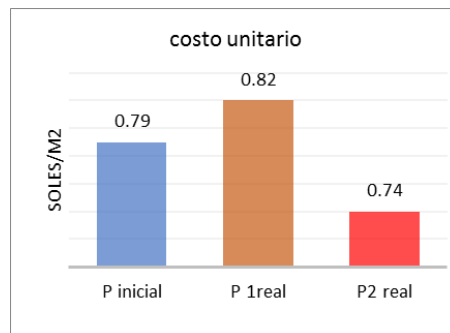


Figura 161.- Comparativo de costo unitario para la partida trazo y replanteo para UBS del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 163 se observa que el costo de mano de obra del expediente técnico (Pinicial) y real 1 antes de aplicar Lean Construction (P1 real) es de 0.79 y 0.82 soles/m2 respectivamente y después de aplicar Lean Construction (P2 real) es de 0.74 soles/m2 por lo que con la aplicación de lean construction se logra optimizar el costo unitario de mano de obra.

4.1.3.2. Resultados obtenidos de la partida excavación para cimiento.

4.1.3.2.1. Productividad 2 real – P 2 real

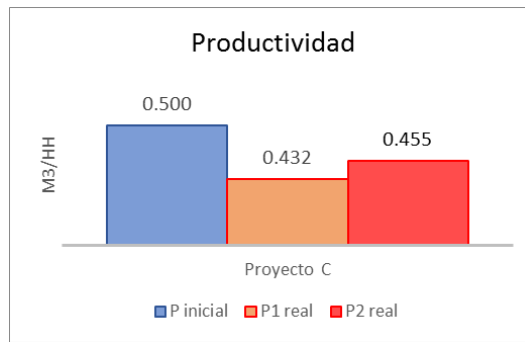


Figura 162. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida excavación para cimiento del proyecto C.

De la figura 164 se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo, no se logra mejorarla productividad P2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.2.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida excavación para cimiento

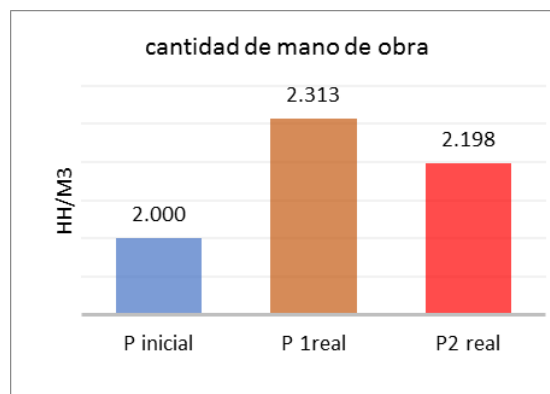


Figura 163. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida excavación para cimiento del proyecto C.

De la figura 165, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar la cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

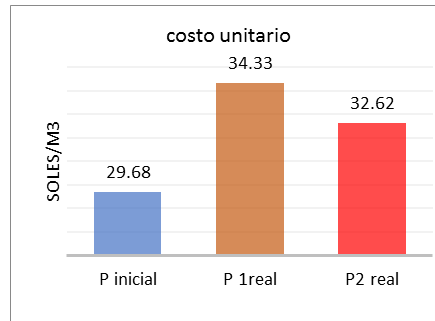


Figura 164. Comparativo de costo unitario para la partida excavación para cimiento del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 166, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo, no se logra optimizar el costo unitario de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.3. Resultados obtenidos de la partida eliminación de material excedente.

4.1.3.3.1. Productividad 2 real – P 2 real

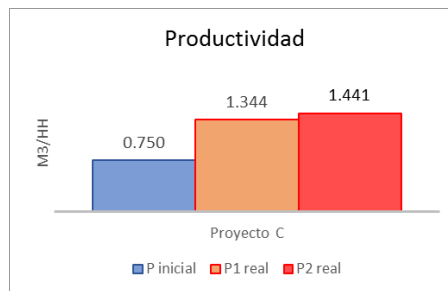


Figura 165. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida eliminación de material excedente del proyecto C.

De la figura 167, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.3.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida eliminación de material excedente.

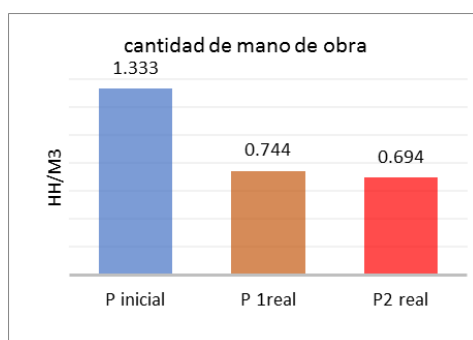


Figura 166. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida eliminación de material excedente del proyecto C.

De la figura 168, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

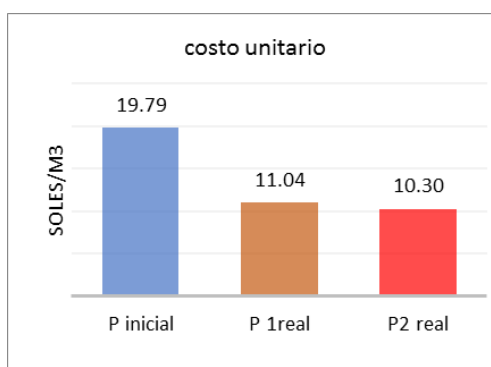


Figura 167. Comparativo de costo unitario para la partida eliminación de material excedente del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 169, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.4. Resultados obtenidos de la partida vaciado de cemento corrido.

4.1.3.4.1. Productividad 2 real – P 2 real.

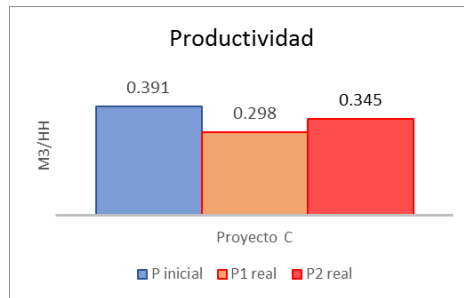


Figura 168. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de cemento corrido del proyecto C.

De la figura 170, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.4.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida vaciado de cemento corrido.

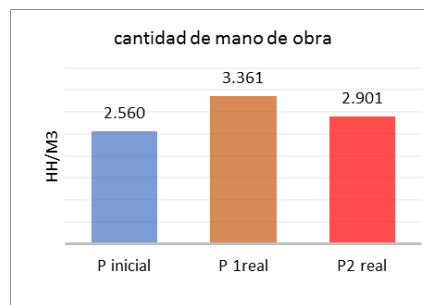


Figura 169. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciando de cemento corrido del proyecto C.

De la figura 171, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real), sin embargo, no se logra optimizar el uso de cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

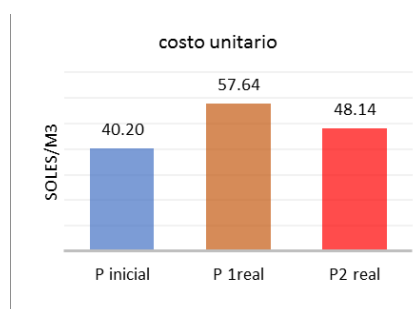


Figura 170. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de cemento corrido del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 172, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar el costo de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.5. Resultados obtenidos de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento.

4.1.3.5.1. Productividad 2 real – P 2 real.

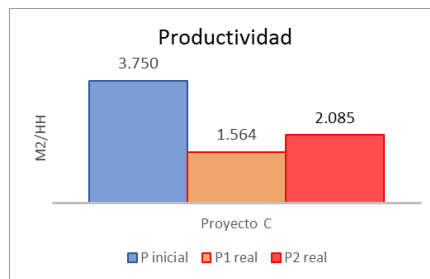


Figura 171. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento del proyecto C.

De la figura 173, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.5.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento.

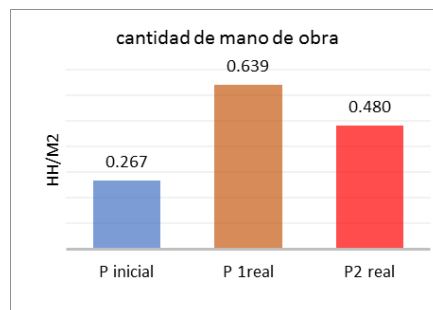


Figura 172. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida encofrado y

desencofrado de sobrecimiento del proyecto C.

De la figura 174, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real), sin embargo, no se logra optimizar el uso de cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

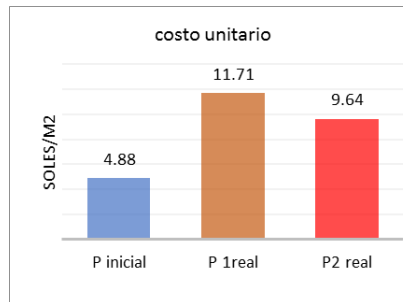


Figura 173. Comparativo de costo unitario para la partida encofrado y desencofrado de sobrecimiento del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 175, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar el costo de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.6. Resultados obtenidos de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.

4.1.3.6.1. Productividad 2 real – P 2 real.

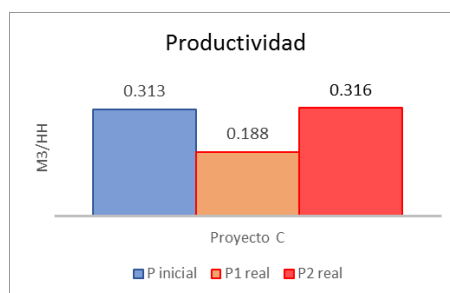


Figura 174. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento del proyecto C.

De la figura 176, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.6.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.

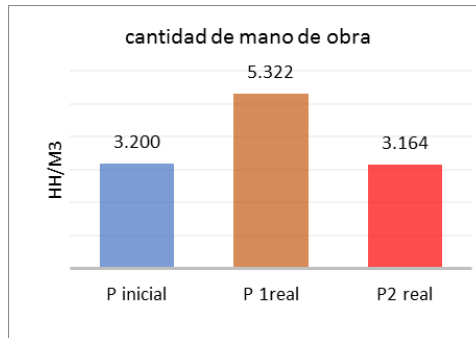


Figura 175. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciado de concreto para sobrecimiento del proyecto C.

De la figura 177, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real), sin embargo, no se logra optimizar el uso de cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

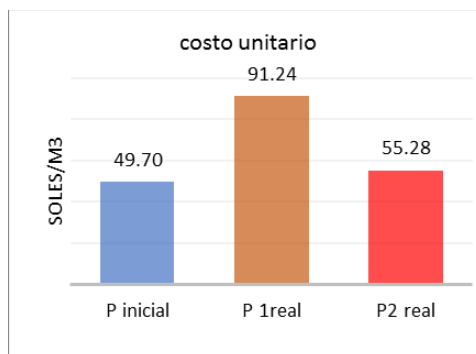


Figura 176. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de concreto para sobrecimiento del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 178 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar el costo de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.7. Resultados obtenidos de la partida asentado de muro caravista.

4.1.3.7.1. Productividad 2 real – P 2 real.

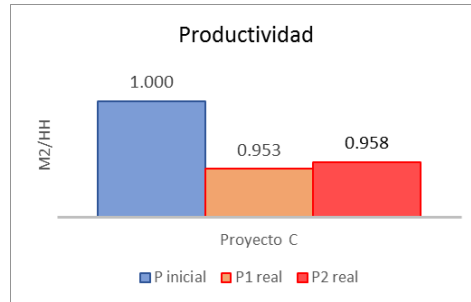


Figura 177. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida asentado de muro caravista del proyecto C.

De la figura 179, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.7.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida asentado de muro caravista.

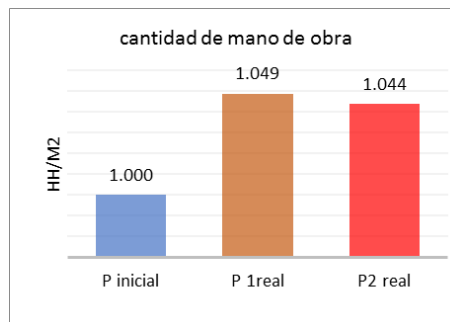


Figura 178. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida asentado de muro caravista del proyecto C.

De la figura 180, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real), sin embargo, no se logra optimizar el uso de cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

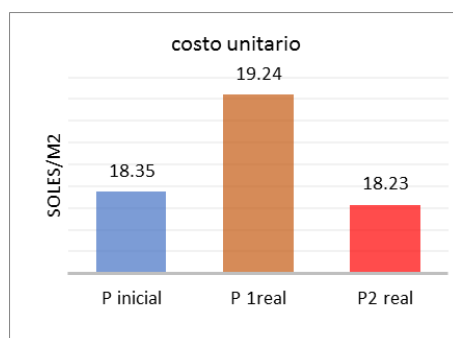


Figura 179. Comparativo de costo unitario para la partida asentado de muro caravista del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 181, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.8. Resultados obtenidos de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.

4.1.3.8.1. Productividad 2 real – P 2 real.

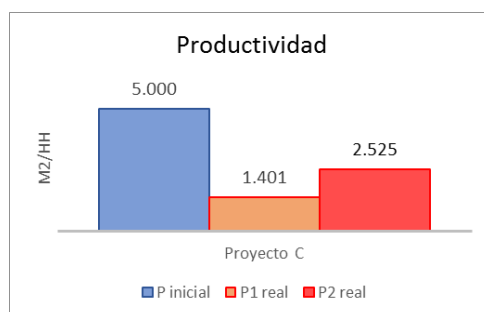


Figura 180. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel del proyecto C.

De la figura 182, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.8.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.

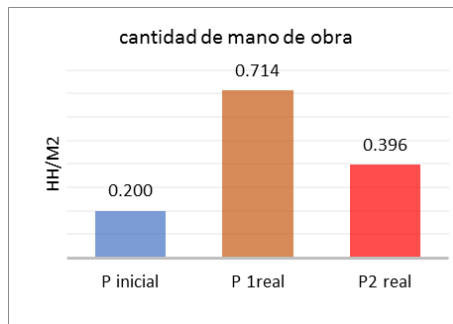


Figura 181. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida encofrado y desencofrado para viga dintel del proyecto C.

De la figura 183, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real), sin embargo, no se logra optimizar el uso de cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

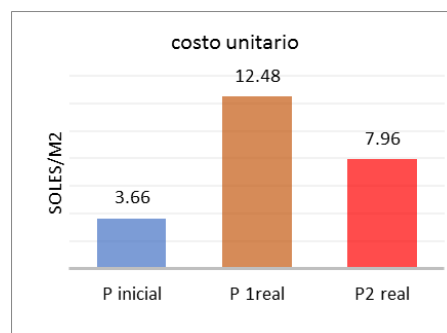


Figura 182. Comparativo de costo unitario para la partida encofrado y desencofrado para viga dintel del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 184, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar el costo de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.9. Resultados obtenidos de la partida vaciado de concreto para dintel.

4.1.3.9.1. Productividad 2 real – P 2 real.

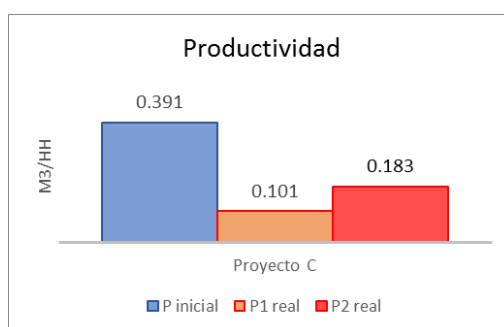


Figura 183. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de concreto para dintel del proyecto C.

De la figura 185, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.9.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida vaciado de concreto para dintel.

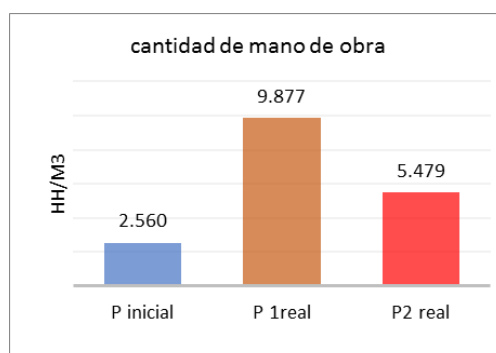


Figura 184. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciado de concreto para dintel del proyecto C.

De la figura 186, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real), sin embargo, no se logra optimizar el uso de cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

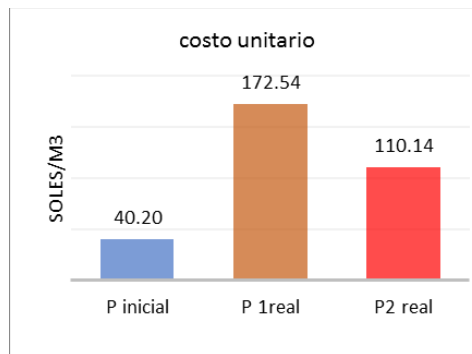


Figura 185. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de concreto para dintel del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 187, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar el costo de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.10. Resultados obtenidos de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.

4.1.3.10.1. Productividad 2 real – P 2 real.

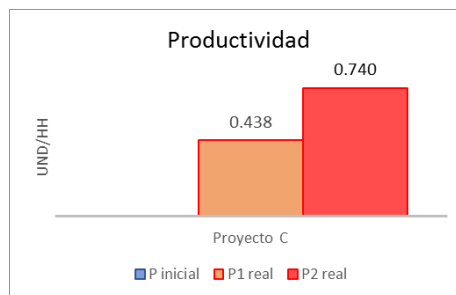


Figura 186. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe del proyecto C.

De la figura 188, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real).

4.1.3.10.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.

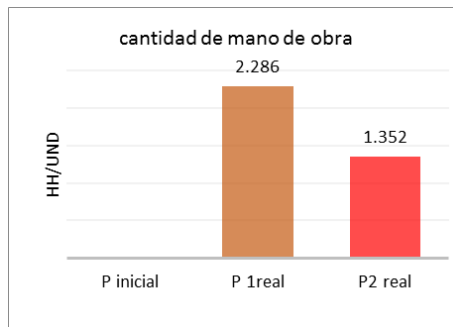


Figura 187. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe proyecto C.

De la figura 189, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real).

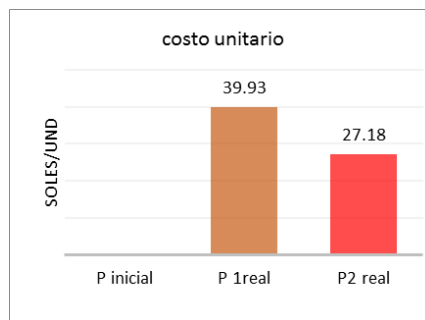


Figura 188. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 190 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real).

4.1.3.11. Resultados obtenidos de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.

4.1.3.11.1. Productividad 2 real – P 2 real.

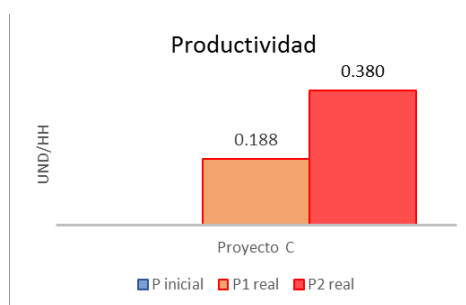


Figura 189. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de

tuberías y accesorios para agua del proyecto C.

De la figura 191 se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real).

4.1.3.11.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.

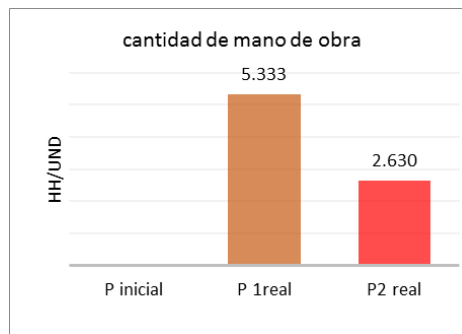


Figura 190. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de tuberías y accesorios para agua proyecto C.

De la figura 192, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real).

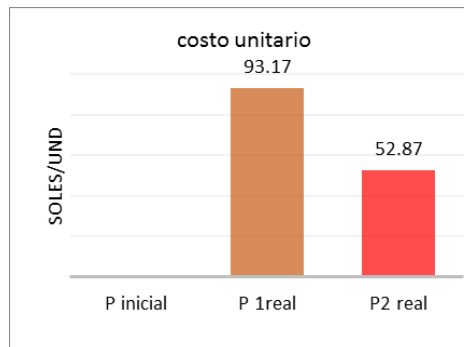


Figura 191. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de tuberías y accesorios para agua del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 193, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real).

4.1.3.12. Resultados obtenidos de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.

4.1.3.12.1. Productividad 2 real – P 2 real.

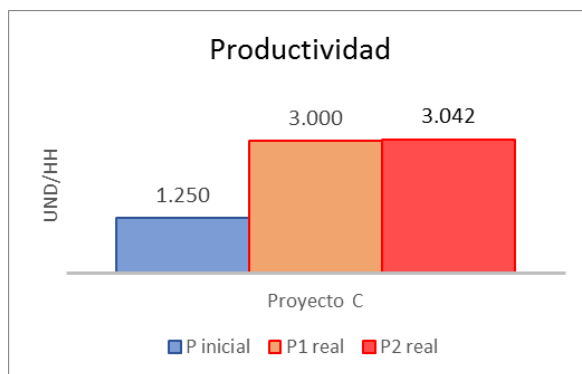


Figura 192. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha del proyecto C.

De la figura 194, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.12.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.

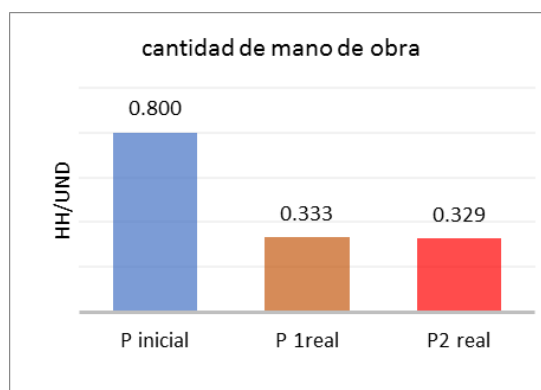


Figura 193. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida suministro e instalación de accesorios de ducha del proyecto C.

De la figura 195, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

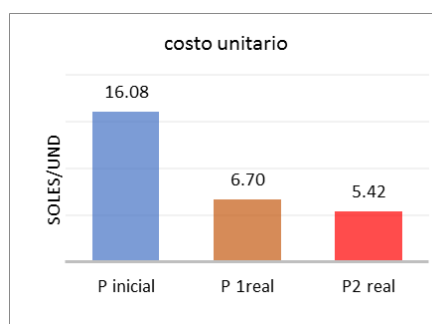


Figura 194. Comparativo de costo unitario para la partida suministro e instalación de accesorios de ducha del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 196 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.13. Resultados obtenidos de la partida instalación de aparatos sanitarios.

4.1.3.13.1. Productividad 2 real – P 2 real.

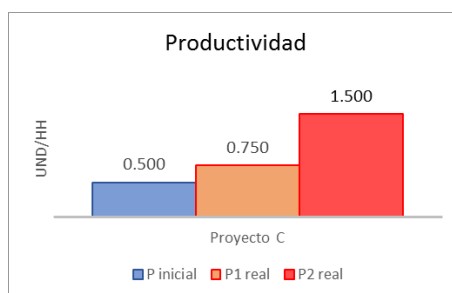


Figura 195. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de aparatos sanitarios del proyecto C.

De la figura 197, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.13.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida instalación de aparatos sanitarios.

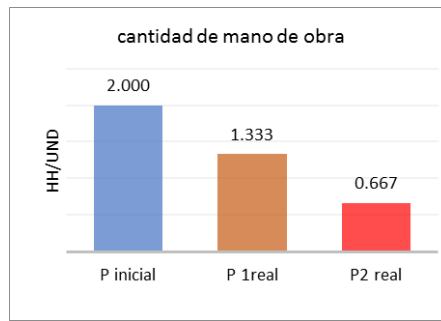


Figura 196. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de aparatos sanitarios del proyecto C.

De la figura 198, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

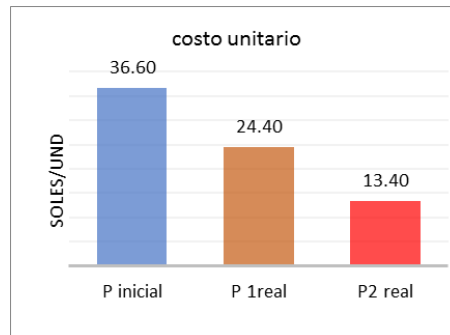


Figura 197. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de aparatos sanitarios del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 199 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.14. Resultados obtenidos de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.

4.1.3.14.1. Productividad 2 real – P 2 real.

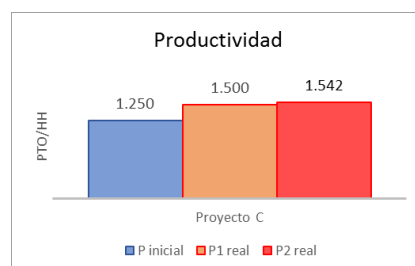


Figura 198. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de luz en techo incluye cableado del proyecto C.

De la figura 200 se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.14.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.

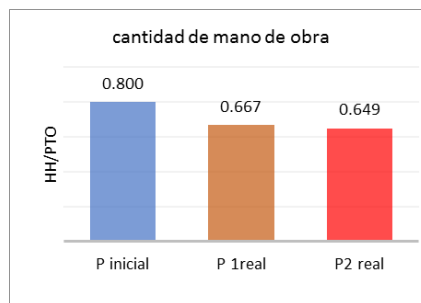


Figura 199. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de luz en techo incluye cableado del proyecto C.

De la figura 201, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

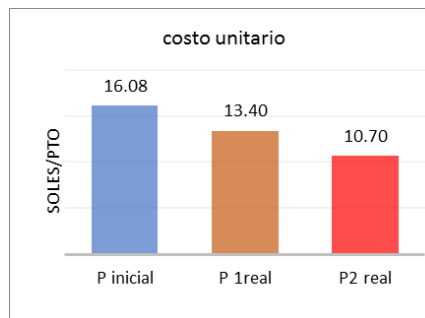


Figura 200. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de luz en techo incluye cableado del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 202 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.15. Resultados obtenidos de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.

4.1.3.15.1. Productividad 2 real – P 2 real.

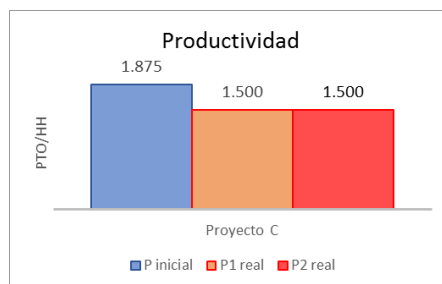


Figura 201. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida salida de tomacorriente bipolar simple del proyecto C.

De la figura 203 se observa una igualdad de productividad ya que la productividad 2 real (P2real) es igual a la productividad P1 real (P1real). Por otro lado, embargo no se logra mejorar la productividad 2 real (P2real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.15.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.

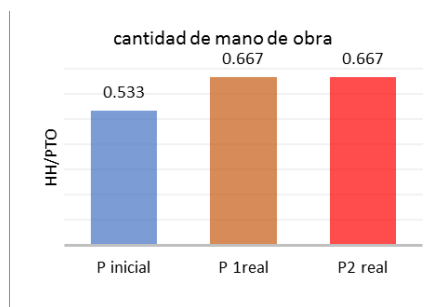


Figura 202. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida salida de tomacorriente bipolar simple del proyecto C.

De la figura 204, se observa que la cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) es igual, Por otro lado, no se logra optimizar la cantidad de mano de obra en la productividad 1 real (P1real) y la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

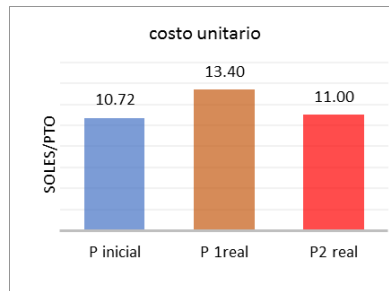


Figura 203. Comparativo de costo unitario para la partida salida de tomacorriente bipolar simple del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 205 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real).

4.1.3.16. Resultados obtenidos de la partida instalación de puerta y ventana.

4.1.3.16.1. Productividad 2 real – P 2 real.

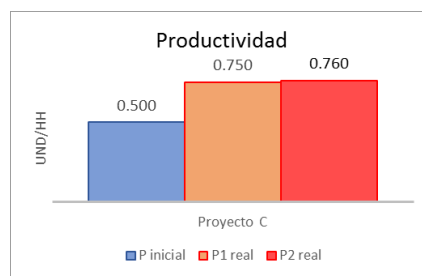


Figura 204. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de puerta y ventana del proyecto C.

De la figura 206 se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.16.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida instalación de puerta y ventana.

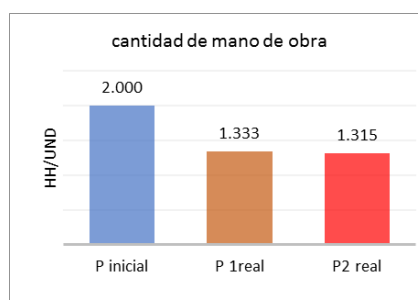


Figura 205. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de puerta y ventana del proyecto C.

De la figura 207, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

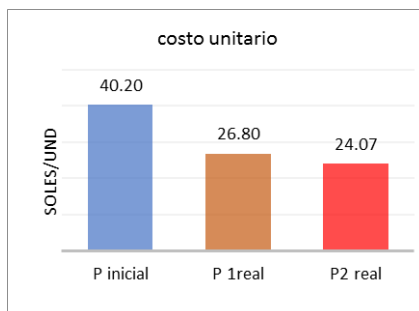


Figura 206. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de puerta y ventana del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 208 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.17. Resultados obtenidos de la partida instalación de techo.

4.1.3.17.1. Productividad 2 real – P 2 real.

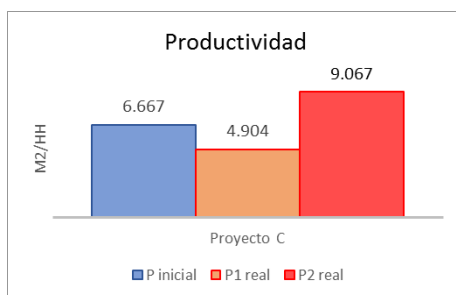


Figura 207. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de techo del proyecto C.

De la figura 209 se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.17.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida instalación de techo.

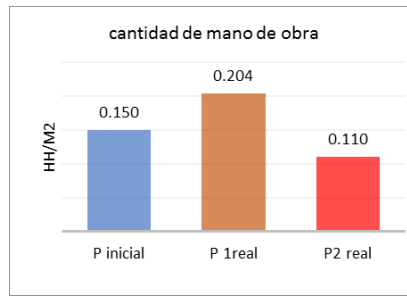


Figura 208. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de techo del proyecto C.

De la figura 210, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

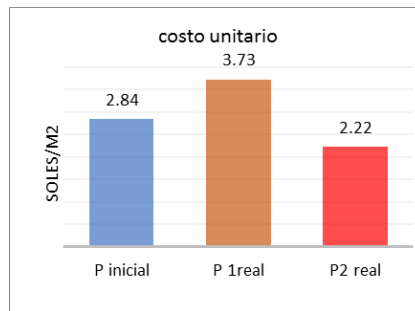


Figura 209. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de techo del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 211 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.18. Resultados obtenidos de la partida excavación para lavatorio.

4.1.3.18.1. Productividad 2 real – P 2 real.

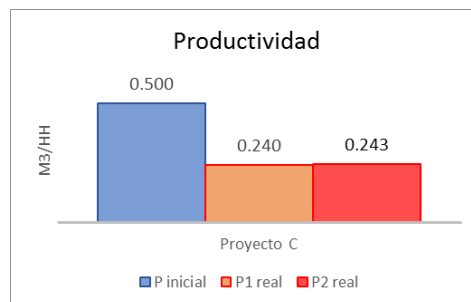


Figura 210. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida excavación para lavatorio del proyecto C.

De la figura 212 se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.18.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida excavación para lavatorio.

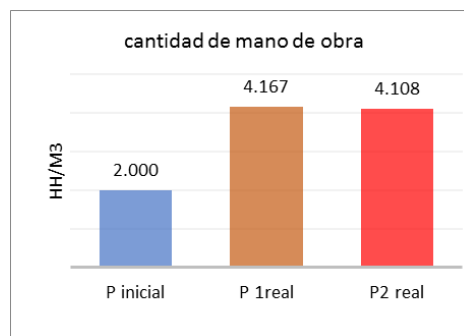


Figura 211. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida excavación para lavatorio del proyecto C.

De la figura 213, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real), sin embargo, no se logra optimizar el uso de cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

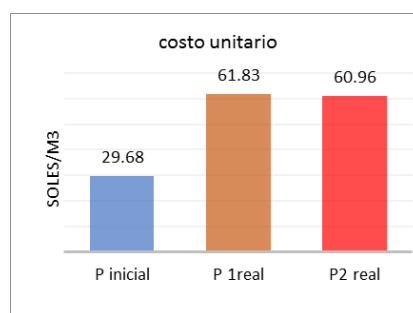


Figura 212. Comparativo de costo unitario para la partida excavación para lavatorio del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 214, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real)

sin embargo no se logra optimizar el costo de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.19. Resultados obtenidos de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.

4.1.3.19.1. Productividad 2 real – P 2 real.

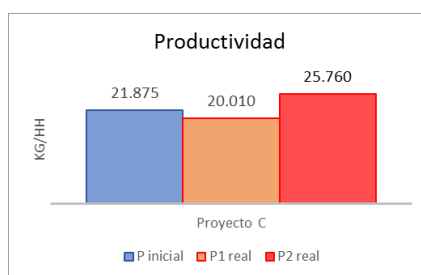


Figura 213. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio del proyecto C.

De la figura 215, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.19.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.

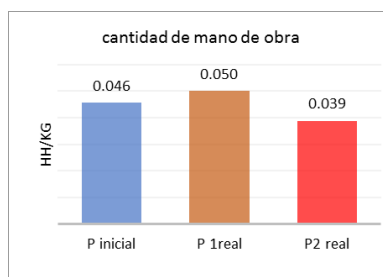


Figura 214. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio del proyecto C.

De la figura 216, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

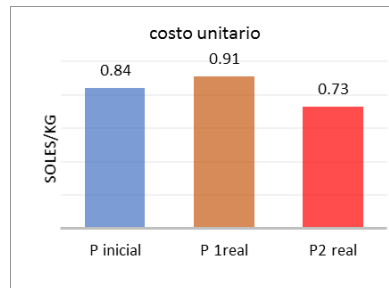


Figura 215. Comparativo de costo unitario para la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 217 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.20. Resultados obtenidos de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

4.1.3.20.1. Productividad 2 real – P 2 real.

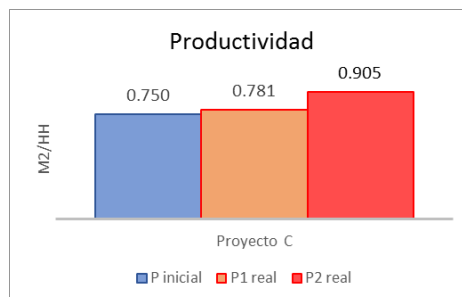


Figura 216. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio del proyecto C.

De la figura 218 se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.20.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

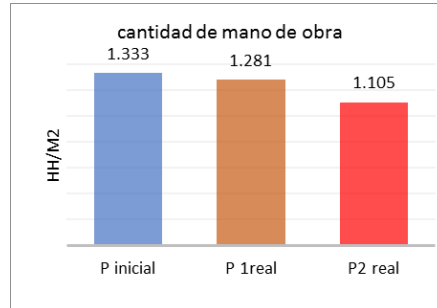


Figura 217. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida encofrado y desencofrado para lavatorio del proyecto C.

De la figura 219, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

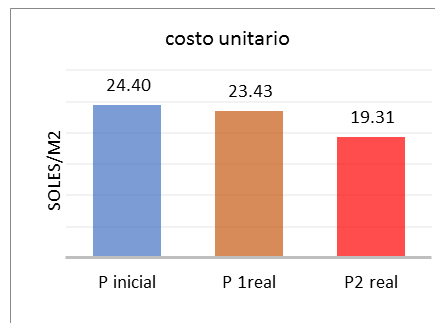


Figura 218. Comparativo de costo unitario para la partida encofrado y desencofrado para lavatorio del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 220 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.21. Resultados obtenidos de la partida vaciado de concreto $F'c=175kg/cm^2$

4.1.3.21.1. Productividad 2 real – P 2 real.

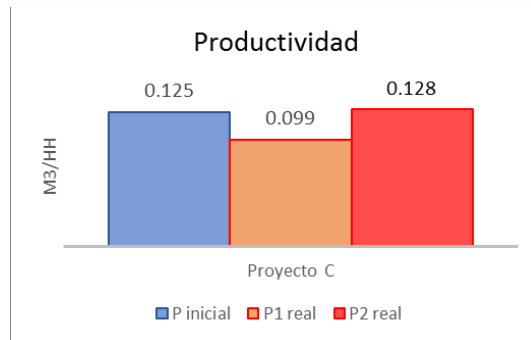


Figura 219. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$ del proyecto C.

De la figura 221 se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.21.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$.

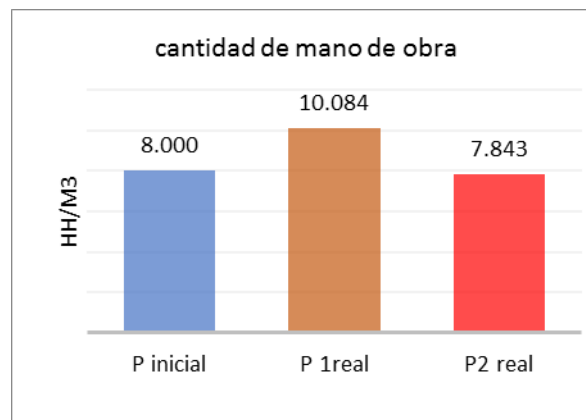


Figura 220. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciado de concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2$ del proyecto C.

De la figura 222, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

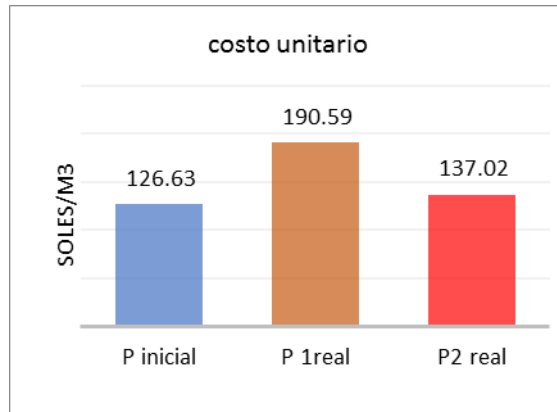


Figura 221. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de concreto F'c=175kg/cm2 del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 223, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real).

4.1.3.22. Resultados obtenidos de la partida tarrajeo en interior en UBS.

4.1.3.22.1. Productividad 2 real – P 2 real.

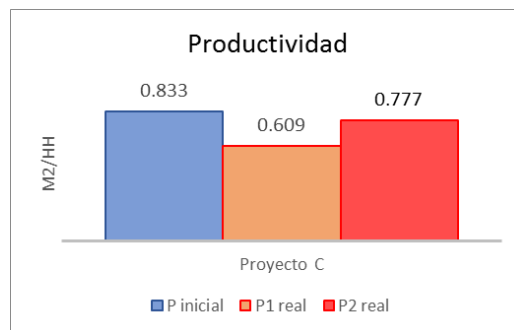


Figura 222. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida tarrajeo en interior en UBS del proyecto C.

De la figura 224, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.22.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida tarrajeo en interior en UBS.

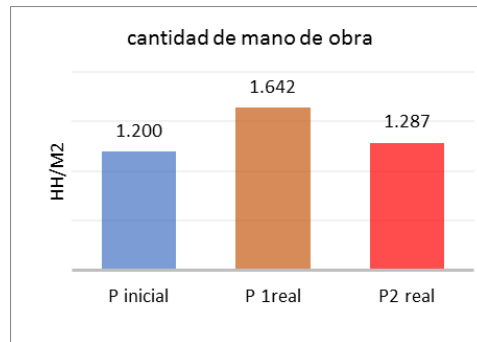


Figura 223. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida tarrajeo en interior en UBS del proyecto C.

De la figura 225, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real). Sin embargo, no se logra optimizar cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

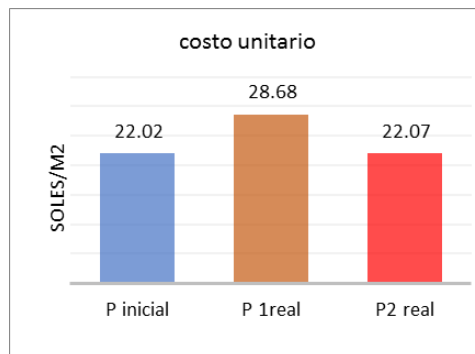


Figura 224. Comparativo de costo unitario para la partida tarrajeo en interior en UBS cm2 del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 226, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real).

4.1.3.23. Resultados obtenidos de la partida vaciado de concreto para piso.

4.1.3.23.1. Productividad 2 real – P 2 real.

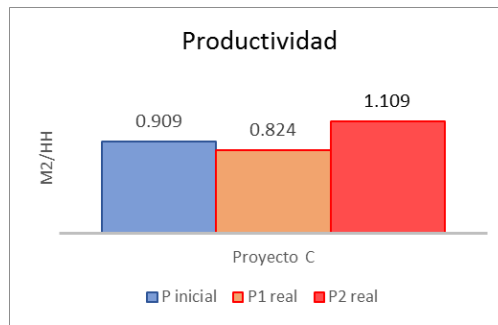


Figura 225. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de concreto para piso del proyecto C.

De la figura 227, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.23.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida vaciado de concreto para piso.

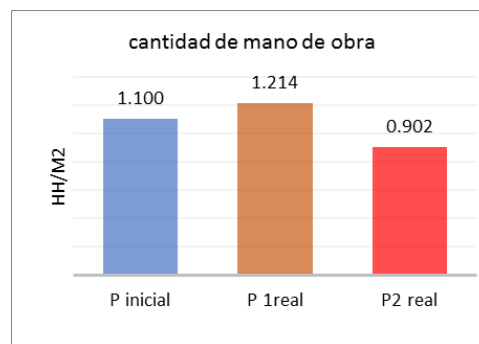


Figura 226. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciado de concreto para piso del proyecto C.

De la figura 228, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

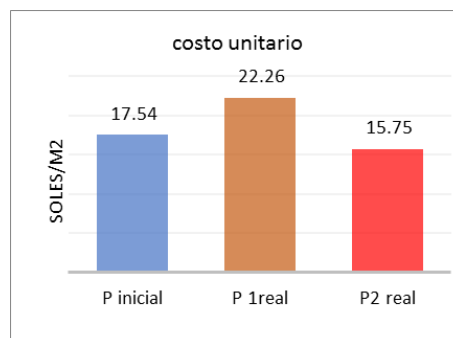


Figura 227. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de concreto para piso del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 229 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.24. Resultados obtenidos de la partida pintura en muros interiores.

4.1.3.24.1. Productividad 2 real – P 2 real.

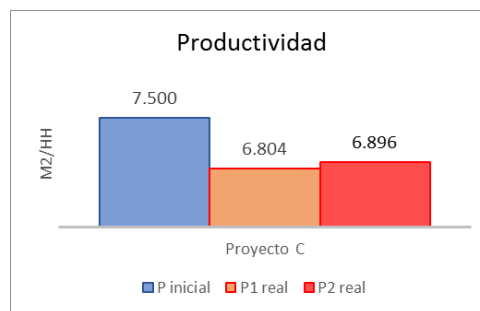


Figura 228. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida pintura en muros interiores del proyecto C.

De la figura 230 se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.24.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida vaciado de concreto para piso.

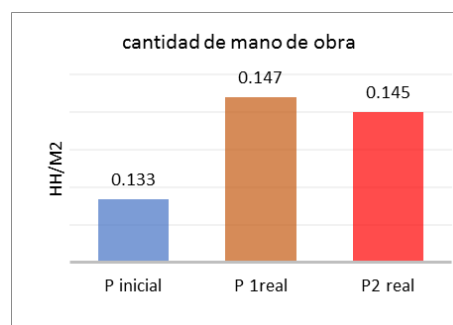


Figura 229. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida pintura en muros interiores del proyecto C.

De la figura 231, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real). Sin embargo, no

se logra optimizar cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

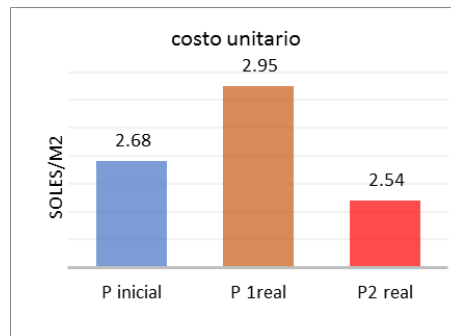


Figura 230. Comparativo de costo unitario para la partida pintura en muros interiores del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 232, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.25. Resultados obtenidos de la partida excavación para biodigestor.

4.1.3.25.1. Productividad 2 real – P 2 real.

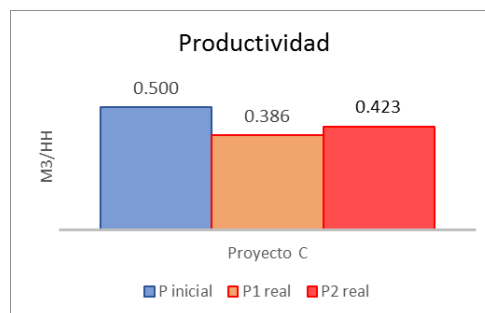


Figura 231. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida excavación para biodigestor del proyecto C.

De la figura 233, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.25.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida excavación para biodigestor.

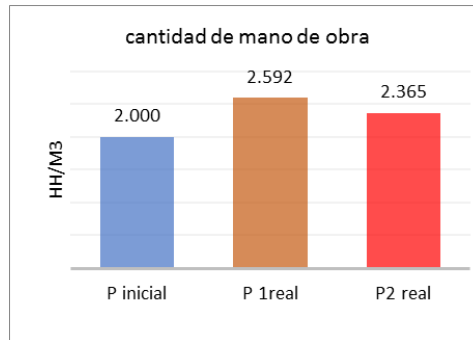


Figura 232. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida excavación para biodigestor del proyecto C.

De la figura 234, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real), sin embargo, no se logra optimizar el uso de cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

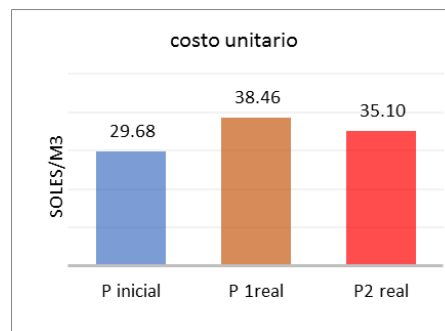


Figura 233. Comparativo de costo unitario para la partida excavación para biodigestor del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 235, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar el costo de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.26. Resultados obtenidos de la partida nivelado y compactado.

4.1.3.26.1. Productividad 2 real – P 2 real.

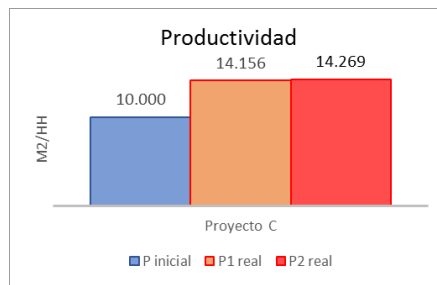


Figura 234. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida nivelado y compactado del proyecto C.

De la figura 236, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.26.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida excavación para biodigestor.

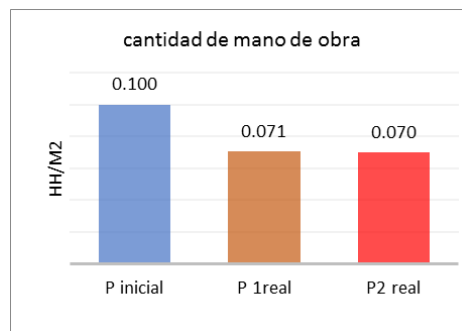


Figura 235. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida nivelado y compactado del proyecto C.

De la figura 237, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

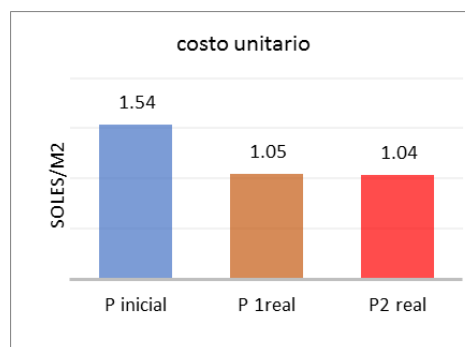


Figura 236. Comparativo de costo unitario para la partida nivelado y compactado del

proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 238, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.27. Resultados obtenidos de la partida relleno con material propio.

4.1.3.27.1. Productividad 2 real – P 2 real.

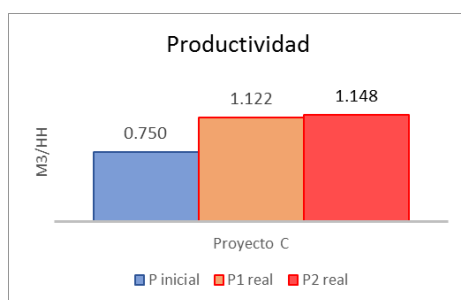


Figura 237. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida relleno con material propio del proyecto C.

De la figura 239, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.27.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida relleno con material propio.

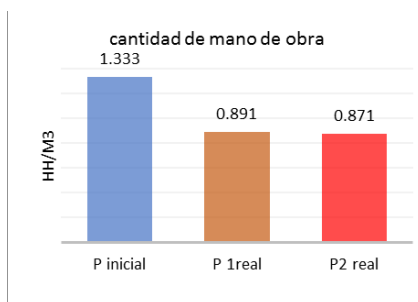


Figura 238. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida relleno con material del proyecto C.

De la figura 240, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

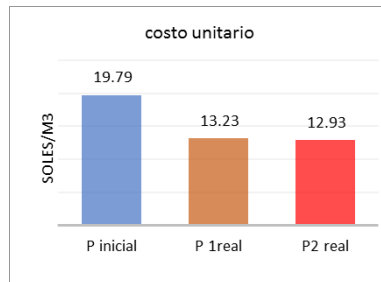


Figura 239. Comparativo de costo unitario para la partida relleno con material del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 241, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar el costo de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.28. Resultados obtenidos de la partida instalación de biodigestor.

4.1.3.28.1. Productividad 2 real – P 2 real.

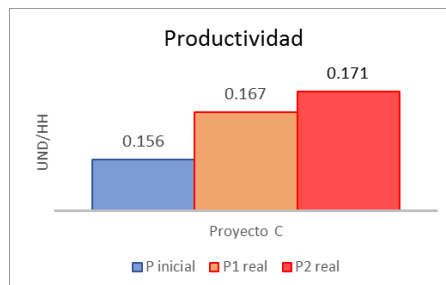


Figura 240. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de biodigestor del proyecto C.

De la figura 242 se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.28.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida instalación de biodigestor.

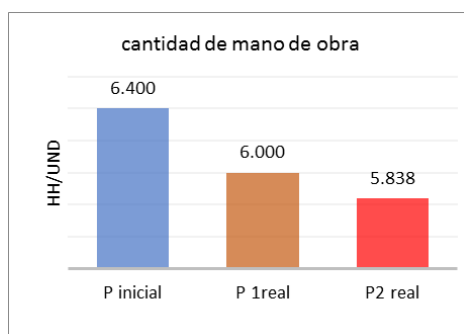


Figura 241. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de biodigestor del proyecto C.

De la figura 243, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

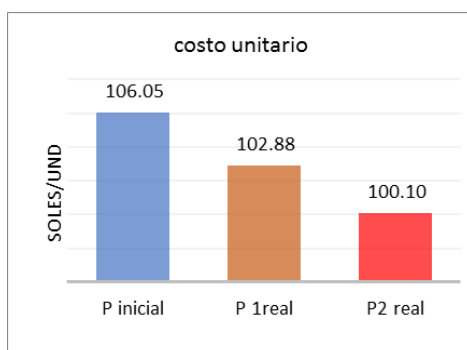


Figura 242. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de biodigestor del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 244, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.29. Resultados obtenidos de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.

4.1.3.29.1. Productividad 2 real – P 2 real.

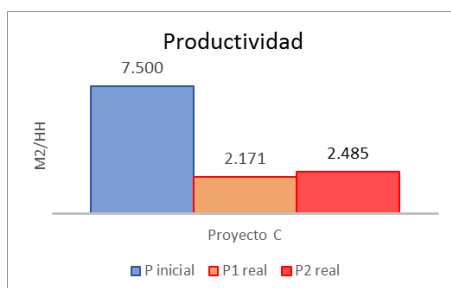


Figura 243. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos del proyecto C.

De la figura 245, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.29.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.

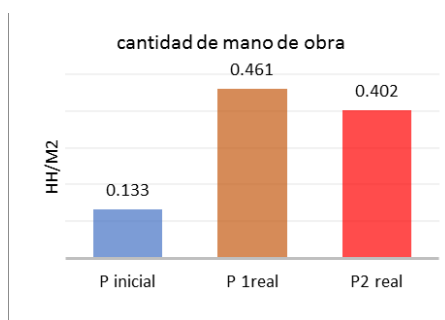


Figura 244. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos del proyecto C.

De la figura 246, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real), sin embargo, no se logra optimizar el uso de cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

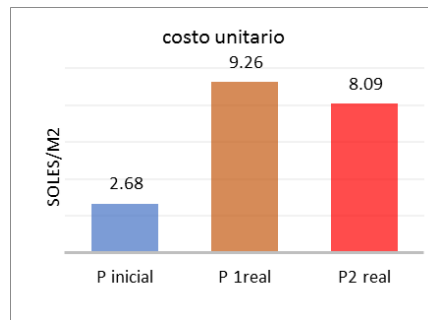


Figura 245. Comparativo de costo unitario para la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 247 se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar el costo de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.30. Resultados obtenidos de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.

4.1.3.30.1. Productividad 2 real – P 2 real.

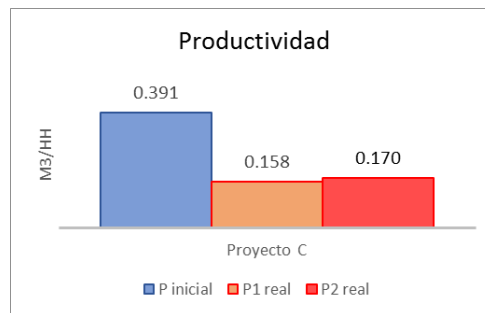


Figura 246. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida vaciado de concreto para caja de lodos del proyecto C.

De la figura 248, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.30.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.

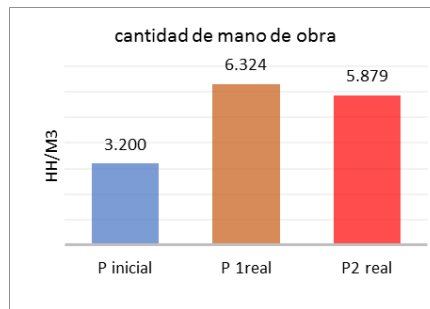


Figura 247. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida vaciado de concreto para caja de lodos del proyecto C.

De la figura 249, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real). Sin embargo, no se logra optimizar cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

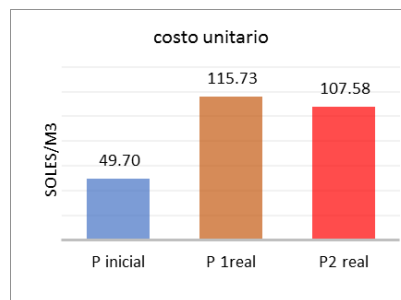


Figura 248. Comparativo de costo unitario para la partida vaciado de concreto para caja de lodos del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 250, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar el costo unitario de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.31. Resultados obtenidos de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.

4.1.3.31.1. Productividad 2 real – P 2 real.

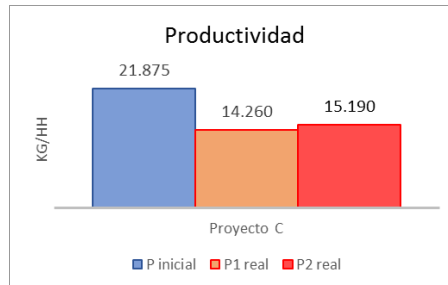


Figura 249. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos del proyecto C.

De la figura 251, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra mejorar la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.31.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.

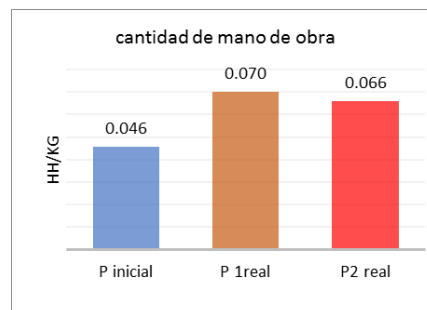


Figura 250. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos del proyecto C.

De la figura 252, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real), sin embargo, no se logra optimizar el uso de cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

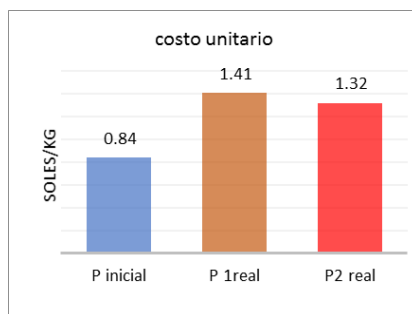


Figura 251. Comparativo de costo unitario para la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 253, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar el costo unitario de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.1.3.32. Resultados obtenidos de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.

4.1.3.32.1. Productividad 2 real – P 2 real.

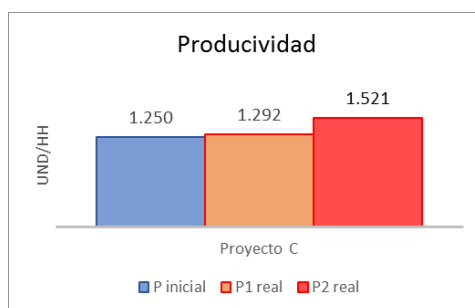


Figura 252. Comparativo de productividad de segundo análisis de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración del proyecto C.

De la figura 254, se observa una mejora en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

4.1.3.32.2. Resultados de análisis de costos por unidad básica de saneamiento de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.

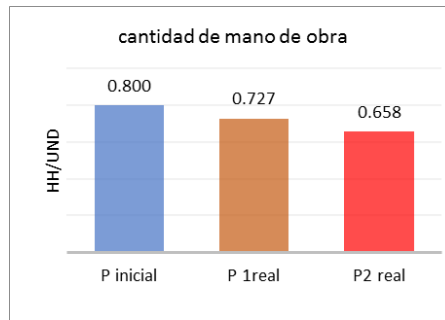


Figura 253. Comparativo de cantidad de mano de obra empleada para la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración del proyecto C.

De la figura 255, se observa la optimización del uso de cantidad de mano de obra en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) y productividad inicial (P inicial).

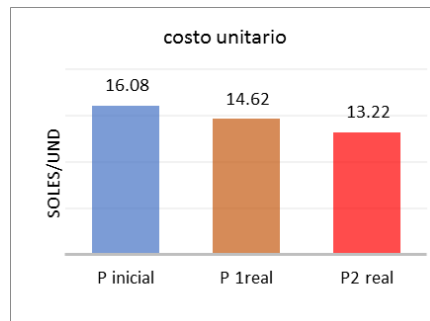


Figura 254. Comparativo de costo unitario para la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración del proyecto C.

Del análisis de costos unitarios resumidos en la figura 256, se observa la optimización del costo unitario en la productividad 2 real (P2real), con respecto a la productividad 1 real (P1real) sin embargo no se logra optimizar el costo de la productividad 2 real (P2 real) con respecto a la productividad inicial (P inicial).

4.2. Discusión

4.2.1 Resumen de resultados.

Como ya se detalló en los ítems anteriores, la productividad real 1 (P1 real) se determina para los proyectos A, B y C; por otro lado, la aplicación de lean construction se realiza para el proyecto C determinando la productividad 2 real (P2 real); a continuación, se mostrará los resúmenes de resultados de productividad y análisis de costo por UBS, de las 32 partidas que componen el proceso constructivo de las unidades básicas de saneamiento (UBS).

Tabla 20

Cuadro comparativo de resumen de resultados de productividad.

Item	Descripcion De Partida	Unidad	Productividad (unidad/hh)							Análisis final de productividad proyecto C		
			Proyecto A		Proyecto B		Proyecto C			Sin lean construction	Con lean construction	
			P inicial	P1 real	P inicial	P1 real	P inicial	P1 real	P2 real	P1real > P inicial	P2 real > P inicial	P2 real > P 1 real
Unidad básica de saneamiento												
1	Trazo y replanteo para ubs	m2	17.606	18.719	31.250	18.222	20.833	21.315	21.357	SI	SI	SI
2	Excavacion para cimiento	m3	0.438	0.456	0.500	0.431	0.500	0.432	0.455	NO	NO	SI
3	Eliminación de material excedente	m3	0.875	1.921	3.750	1.859	0.750	1.344	1.441	SI	SI	SI
4	Vaciado de cemento corrido	m3	0.284	0.247	0.391	0.263	0.391	0.298	0.345	NO	NO	SI
5	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	m2	0.667	1.398	0.583	1.186	3.750	1.564	2.085	NO	NO	SI
6	Vaciado de concreto para sobrecimiento	m3	0.284	0.171	0.250	0.149	0.313	0.188	0.316	NO	SI	SI
7	Asentado de muro caravista	m2	0.762	0.795	0.875	0.768	1.000	0.953	0.958	NO	NO	SI
8	Encofrado y desencofrado para viga dintel	m2	0.500	0.359	0.583	0.925	5.000	1.401	2.525	NO	NO	SI
9	Vaciado de concreto para dintel	m3	0.125	0.019	0.250	0.069	0.391	0.101	0.183	NO	NO	SI
10	Instalacion de tubería y accesorios para desagüe	und	0.400	0.438	0.625	0.448	0.625	0.438	0.740	NO	SI	SI
11	Instalación de tuberías y accesorios para agua	und	0.400	0.180	0.313	0.214	0.313	0.188	0.380	NO	SI	SI
12	Suministro e intalacion de accesorios de ducha	und	0.400	1.375	-	1.469	1.250	3.000	3.042	SI	SI	SI
13	Instalación de aparatos sanitarios	und	0.250	0.724	0.313	0.763	0.500	0.750	1.500	SI	SI	SI
14	Instalación de luz en techo incluye cableado	pto	-	-	-	-	1.250	1.500	1.542	SI	SI	SI
15	Salida de tomacorriente bipolar simple	pto	-	-	-	-	1.875	1.500	1.500	NO	NO	IGUAL
16	Instalacion de puerta y ventana	und	0.375	0.708	0.563	0.708	0.500	0.750	0.760	SI	SI	SI
17	Instalacion de techo	m2	3.750	4.790	-	4.980	6.667	4.904	9.067	NO	SI	SI
18	Excavacion para lavatorio	m3	0.438	0.345	0.500	0.339	0.500	0.240	0.243	NO	NO	SI
19	Habilitacion de acero para estructura de lavatorio	kg	15.625	19.577	21.667	19.814	21.875	20.010	25.760	NO	SI	SI
20	Encofrado y desencofrado para lavatorio	m2	0.500	0.699	0.667	0.647	0.750	0.781	0.905	SI	SI	SI
21	Vaciado de concreto Fc=175kg/cm2	m3	0.156	0.052	0.313	0.062	0.125	0.099	0.128	NO	SI	SI
22	Tarrajeo en interior en ubs	m2	0.750	0.584	0.713	0.532	0.833	0.609	0.777	NO	NO	SI
23	Vaciado de concreto para piso	m2	0.500	0.710	1.111	0.637	0.909	0.824	1.109	NO	SI	SI
24	Pintura en muros interiores	m2	4.750	6.570	0.875	6.245	7.500	6.804	6.896	NO	NO	SI
25	Excavacion para biodigestor.	m3	0.438	0.426	0.500	0.488	0.500	0.386	0.423	NO	NO	SI
26	Nivelado y compactado	m2	7.188	11.702	-	11.503	10.000	14.156	14.269	SI	SI	SI
27	Relleno con material propio	m3	0.875	1.305	-	1.091	0.750	1.122	1.148	SI	SI	SI
28	Instalacion de biodigestor	und	0.250	0.191	0.250	0.191	0.156	0.167	0.171	SI	SI	SI
29	Encofrado y desencofrado para caja de lodos	m2	0.500	1.628	0.583	1.333	7.500	2.171	2.485	NO	NO	SI
30	Vaciado de concreto para caja de lodos	m3	0.136	0.148	0.250	0.118	0.391	0.158	0.170	NO	NO	SI
31	Habilitacion de acero para tapa de caja de lodos	kg	15.625	12.404	21.667	12.929	21.875	14.260	15.190	NO	NO	SI
32	Instalación de tuberías y accesorios p/percolación o i	und	0.400	1.365	1.250	1.292	1.250	1.375	1.521	SI	SI	SI
Total			75.245	90.005	90.590	89.674	120.821	103.787	119.390	SI=11; NO=21	SI=18; NO=14	SI=31; NO=0; IGUAL=1

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los valores que se muestran con el signo menos (-) refiere a que no se pudo determinar la productividad ya que en el expediente tecnico no lo contempla dentro de sus metas asi como tambien lo incorpora dentro de otras partidas.

Tabla 21

Frecuencia de mejoramiento total de productividad.

Proyecto C	Productividad			Mejoramiento		
	P inicial	P1 real	P2 real	<u>P1real</u> P inicial	<u>P2 real</u> P inicial	<u>P2 real</u> P 1 real
Total	120.821	103.787	119.390	-14.10%	-1.18%	15.03% a

Nota: a. Objetivo del investigador

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Resumen de resultados de cantidad de mano de obra

Tabla 22

Cuadro comparativo de resumen de resultados de cantidad de mano de obra.

Item	Descripcion De Partida	Unidad	Cantidad (hh/ubs)			Análisis final de cantidad HH - Proyecto C		
			Proyecto C			Sin lean construction	Con lean construction	
			HH inicial	HH 1	HH 2	HH 1 < HH inicial	HH 2 < HH inicial	HH 2 < HH 1
Unidad básica de saneamiento								
1	Trazo y replanteo para ubs	m2	0.3898	0.381	0.380	SI	SI	SI
2	Excavacion para cimiento	m3	1.8200	2.105	2.000	NO	NO	SI
3	Eliminacion de material excedente	m3	1.1467	0.640	0.597	SI	SI	SI
4	Vaciado de cimiento corrido	m3	1.7408	2.286	1.973	NO	NO	SI
5	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	m2	1.4827	3.556	2.667	NO	NO	SI
6	Vaciado de concreto para sobrecimiento	m3	1.3120	2.182	1.297	NO	SI	SI
7	Asentado de muro caravista	m2	13.4600	14.118	14.049	NO	NO	SI
8	Encofrado y desencofrado para viga dintel	m2	0.1660	0.593	0.329	NO	NO	SI
9	Vaciado de concreto para dintel	m3	0.1536	0.593	0.329	NO	NO	SI
10	Instalacion de tubería y accesorios para desagüe	und	8.0700	2.286	1.352	SI	SI	SI
11	Instalación de tuberías y accesorios para agua	und	10.7000	5.333	2.630	SI	SI	SI
12	Suministro e instalacion de accesorios de ducha	und	1.6000	0.667	0.658	SI	SI	SI
13	Instalación de aparatos sanitarios	und	2.0000	1.333	0.667	SI	SI	SI
14	Instalación de luz en techo incluye cableado	pto	2.4000	2.000	1.946	SI	SI	SI
15	Salida de tomacorriente bipolar simple	pto	1.6000	2.000	2.000	NO	NO	IGUAL
16	Instalacion de puerta y ventana	und	2.0000	2.667	2.630	NO	NO	SI
17	Instalacion de techo	m2	0.9195	1.250	0.676	NO	SI	SI
18	Excavacion para lavatorio	m3	0.2400	0.500	0.493	NO	NO	SI
19	Habilitacion de acero para estructura de lavatorio	kg	0.5047	0.552	0.429	NO	SI	SI
20	Encofrado y desencofrado para lavatorio	m2	4.7600	4.571	3.945	SI	SI	SI
21	Vaciado de concreto Fc=175kg/cm2	m3	1.3600	1.714	1.333	NO	SI	SI
22	Tarrajeo en interior en ubs	m2	22.0680	30.189	23.671	NO	NO	SI
23	Vaciado de concreto para piso	m2	5.5770	6.154	4.571	NO	SI	SI
24	Pintura en muros interiores	m2	2.4520	2.703	2.667	NO	NO	SI
25	Excavacion para biodigestor.	m3	6.8600	8.889	8.113	NO	NO	SI
26	Nivelado y compactado	m2	0.3190	0.225	0.224	SI	SI	SI
27	Relleno con material propio	m3	3.6267	2.424	2.370	SI	SI	SI
28	Instalacion de biodigestor	und	6.4000	6.000	5.838	SI	SI	SI
29	Encofrado y desencofrado para caja de lodos	m2	0.4480	1.547	1.352	NO	NO	SI
30	Vaciado de concreto para caja de lodos	m3	0.7360	1.455	1.352	NO	NO	SI
31	Habilitacion de acero para tapa de caja de lodos	kg	0.2267	0.348	0.327	NO	NO	SI
32	Instalación de tuberías y accesorios p/percolación o	und	2.7100	0.727	0.658	SI	SI	SI
Cantidad de mano de obra (HH) Total			109.25	111.99	93.52	SI=12; NO=20	SI=17; NO=15	SI=31; NO=0; IGUAL=1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23

Frecuencia de optimización de cantidad de mano de obra por UBS.

Proyecto C	Cantidad de mano de obra por UBS			Optimización		
	HH inicial	HH 1	HH 2	<u>HH 1</u> HH inicial	<u>HH 2</u> HH inicial	<u>HH 2</u> HH 1
Total	109.2491	111.9860	93.5206	2.51%	-14.40%	-16.49% a

Nota: a. Objetivo del investigador

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Resumen de resultados de costo de mano de obra

Tabla 24

Cuadro comparativo de resumen de resultados de costo de mano de obra.

Item	Descripción De Partida	Unidad	Costo (soles/ubs)			Análisis final de costo de mano de obra - Proyecto C		
			Proyecto C			Sin lean construction	Con lean construction	
			Costo inicial S/.	Costo 1 S/.	Costo 2 S/.	C 1 S/ < C inicial S/.	C 2 S/ < C inicial S/.	C 2 S/ < C 1 S/.
Unidad básica de saneamiento								
1	Trazo y replanteo para ubs	m2	6.410	6.660	6.010	NO	SI	SI
2	Excavación para cimiento	m3	27.010	31.240	29.680	NO	NO	SI
3	Eliminación de material excedente	m3	17.020	9.490	8.860	SI	SI	SI
4	Vaciado de cemento corrido	m3	27.340	39.200	32.740	NO	NO	SI
5	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	m2	27.130	65.110	53.600	NO	NO	SI
6	Vaciado de concreto para sobrecimiento	m3	20.380	37.410	22.660	NO	NO	SI
7	Asentado de muro caravista	m2	246.990	258.970	245.380	NO	SI	SI
8	Encofrado y desencofrado para viga dintel	m2	3.040	10.360	6.610	NO	NO	SI
9	Vaciado de concreto para dintel	m3	2.410	10.350	6.610	NO	NO	SI
10	Instalación de tubería y accesorios para desagüe	und	162.180	39.930	27.180	SI	SI	SI
11	Instalación de tuberías y accesorios para agua	und	205.690	93.170	52.870	SI	SI	SI
12	Suministro e instalación de accesorios de ducha	und	32.160	13.400	10.860	SI	SI	SI
13	Instalación de aparatos sanitarios	und	36.600	24.400	13.400	SI	SI	SI
14	Instalación de luz en techo incluye cableado	pto	48.240	40.200	32.100	SI	SI	SI
15	Salida de tomacorriente bipolar simple	pto	32.160	40.200	33.000	NO	NO	SI
16	Instalación de puerta y ventana	und	40.200	53.600	48.140	NO	NO	SI
17	Instalación de techo	m2	17.410	22.860	13.610	NO	SI	SI
18	Excavación para lavatorio	m3	3.560	7.420	7.320	NO	NO	SI
19	Habilitación de acero para estructura de lavatorio	kg	9.270	10.050	8.060	SI	SI	SI
20	Encofrado y desencofrado para lavatorio	m2	87.110	83.650	68.940	SI	SI	SI
21	Vaciado de concreto Fc=175kg/cm2	m3	21.530	32.400	23.290	NO	NO	SI
22	Tarrajeo en interior en ubs	m2	404.950	527.430	405.870	NO	NO	SI
23	Vaciado de concreto para piso	m2	88.930	112.860	79.850	NO	SI	SI
24	Pintura en muros interiores	m2	49.290	54.250	46.710	NO	SI	SI
25	Excavación para biodigestor.	m3	101.800	131.920	120.390	NO	NO	SI
26	Nivelado y compactado	m2	4.910	3.350	3.320	SI	SI	SI
27	Relleno con material propio	m3	53.830	35.990	35.170	SI	SI	SI
28	Instalación de biodigestor	und	106.050	102.880	100.100	SI	SI	SI
29	Encofrado y desencofrado para caja de lodos	m2	9.000	31.110	27.180	NO	NO	SI
30	Vaciado de concreto para caja de lodos	m3	11.430	26.620	24.740	NO	NO	SI
31	Habilitación de acero para tapa de caja de lodos	kg	4.170	6.990	6.550	NO	NO	SI
32	Instalación de tuberías y accesorios p/percolación o i	und	54.140	14.618	13.216	SI	SI	SI
Costo de mano de obra (S/.) Total			1,962.34	1,978.09	1,614.02	SI=11; NO=21	SI=17; NO=15	SI=32; NO=0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25

Frecuencia de optimización de cantidad de mano de obra por UBS.

Proyecto C	Costo de mano de obra por UBS			Optimización		
	C inicial S/.	Costo 1 S/.	Costo 2 S/.	Costo 1 S/.	Costo 2 S/.	Costo 2 S/.
				C inicial S/.	C inicial S/.	Costo 1 S/.
Total	1,962.34	1,978.09	1,614.02	0.80%	-17.75%	-18.41% a

Nota: a. Objetivo del investigador

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Análisis e Interpretación de resultados

Soto (2016) “La decisión se toma en función a la magnitud del p-valor, en relación al nivel de significancia que se planteó preliminarmente. Enseguida se da las condiciones para la toma de decisión, de acuerdo a lo que se ha expuesto anteriormente”. (p.45)

- Si el p-valor $\geq \alpha$, entonces se acepta H_0 y se rechaza H_1 .
- Si el p-valor $< \alpha$, entonces se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Para obtener p-valor para la relación entre variables que se esté analizando, se hace útil emplear el programa estadístico informático SPSS, el cual permite obtener el p-valor; dato que

ayuda a decidir a la hora de tomar una decisión, como el de aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0).

(Supo, 2014) plantea 5 pasos para el proceso de la Prueba de Hipótesis, en base al planteamiento de Fisher, los cuales son:

- **Paso 1:** Formulación de Hipótesis; cuenta con la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_1), que vendría a ser las hipótesis de la investigación, las cuales se plantearon en el ítem 3.2. del presente informe.
- **Paso 2:** Establecer el nivel de significancia; Hernández et al (2014), puntualiza dos niveles de significancia entre los más usados en investigación. Un nivel de significancia de 0.05, es decir, 95% de confianza, con un 5% de error. Un nivel de significancia de 0.01, que denota un 99% de confianza con un 1% de error.
- **Paso 3:** Supo (2014). Elegir el estadístico de prueba se debe tomar en cuenta el tipo de estudio, el nivel de investigación, el diseño de la investigación, el objetivo estadístico, las escalas de medición de las variables.
- **Paso 4:** Estimación del p-valor; para el cálculo de este valor, en la actualidad existen diversos softwares estadísticos que ayudan con su cálculo se utilizó el software denominando IBM SPSS Statistics 24. Donde se analizaron los estadísticos descriptivos utilizando la prueba de Rangos de Wilcoxon para muestras relacionadas.
- **Paso 5:** Toma de decisión estadística; se define con cual hipótesis quedarnos en función a la probabilidad de error. Según Supo (2014) menciona que, si el p-valor está por debajo del nivel de significancia se acepta H_1 ; sin embargo, si el p-valor está por encima del nivel de significancia, indica que hay mucho error, por lo que se acepta H_0 .

4.2.4.1. Hipótesis 1

4.2.4.1.1. Paso 1: Formulación de hipótesis.

a. Hipótesis nula.

Ho: No hay diferencia significativa en las medidas de productividad antes y después de la aplicación de lean construction, por ende, no se mejora la productividad en la ejecución de unidades básicas de saneamiento.

b. Hipótesis alterna.

Ha: Hay diferencia significativa en las medidas de productividad antes y después de la aplicación de lean construction, por ende, se mejora la productividad en la ejecución de unidades básicas de saneamiento.

4.2.1.1.2. Paso 2: Nivel de significancia.

Para la presente investigación trabajamos con un nivel de significancia igual a 0.05.

4.2.4.1.3. Paso 3: Estadístico de prueba

La selección de la prueba estadística para la presente investigación se determina partiendo del objetivo comparativo para pruebas no paramétricas ya que los resultados de productividad no presentan una distribución normal, para lo cual la variable fija de la investigación es de estudio longitudinal con dos medidas (antes y después) y la variable aleatoria es ordinal, de las cuales se opta por la prueba de rangos de Wilcoxon para muestras dos muestras relacionadas.

4.2.4.1.4. Paso 4: Estimación del p-valor.

Reuniendo los resultados de productividad 1 real (P1 real) y productividad 2 real (P2 real), las cuales también la denominaremos como productividad antes y después de la aplicación de lean construction; resultados que serán insertados al programa SPSS versión 25, para el análisis de la hipótesis 1.

Tabla 26

Resultados de productividad del proyecto C, para la inserción de datos al programa SPSS.

Item	Descripción muestra	Unidad	P1 real	P2 real
1	Trazo y replanteo para ubs	m2/hh	21.32	21.36
2	Excavacion para cimient	m3/hh	0.43	0.46
3	Eliminacion de material excedente	m3/hh	1.34	1.44
4	Vaciado de cimient corrido	m3/hh	0.30	0.34
5	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	m2/hh	1.56	2.09
6	Vaciado de concreto para sobrecimiento	m3/hh	0.19	0.32
7	Asentado de muro caravista	m2/hh	0.95	0.96
8	Encofrado y desencofrado para viga dintel	m2/hh	1.40	2.52
9	Vaciado de concreto para dintel	m3/hh	0.10	0.18
10	Instalacion de tubería y accesorios para desagüe	und/hh	0.44	0.74
11	Instalación de tuberías y accesorios para agua	und/hh	0.19	0.38
12	Suministro e intalacion de accesorios de ducha	und/hh	3.00	3.04
13	Instalación de aparatos sanitarios	und/hh	0.75	1.50
14	Instalación de luz en techo incluye cableado	pto/hh	1.50	1.54
15	Salida de tomacorriente bipolar simple	pto/hh	1.50	1.50
16	Instalacion de puerta y ventana	und/hh	0.75	0.76
17	Instalacion de techo	m2/hh	4.90	9.07
18	Excavacion para lavatorio	m3/hh	0.24	0.24
19	Habilitacion de acero para estructura de lavatorio	kg/hh	20.01	25.76
20	Encofrado y desencofrado para lavatorio	m2/hh	0.78	0.90
21	Vaciado de concreto F'c=175kg/cm2	m3/hh	0.10	0.13
22	Tarrajeo en interior en ubs	m2/hh	0.61	0.78
23	Vaciado de concreto para piso	m2/hh	0.82	1.11
24	Pintura en muros interiores	m2/hh	6.80	6.90
25	Excavacion para biodigestor.	m3/hh	0.39	0.42
26	Nivelado y compactado	m2/hh	14.16	14.27
27	Relleno con material propio	m3/hh	1.12	1.15
28	Instalacion de biodigestor	und/hh	0.17	0.17
29	Encofrado y desencofrado para caja de lodos	m2/hh	2.17	2.49
30	Vaciado de concreto para caja de lodos	m3/hh	0.16	0.17
31	Habilitacion de acero para tapa de caja de lodos	kg/hh	14.26	15.19
32	Instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.	und/hh	1.38	1.52

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Estadística para nuestras relacionadas (productividad 1 real y productividad 2 real).

		P1 real	P2 real	Diferencia
N	Válido	32.000	32.000	32.000
	Perdidos	-	-	-
Media		3.243	3.731	0.488
Desv. Desviación		5.748	6.433	1.221
Varianza		33.041	41.379	1.490

Fuente: Elaboración propia, SPSS.

Tabla 28

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon de (productividad 1 real y productividad 2 real).

		N	Rango promedio	Suma de rangos
P2 real - P1 real	Rangos negativos	0a	-	-
	Rangos positivos	31b	16.000	496.000
	Empates	1c		
	Total	32.000		

Nota: a. P2real < P1real, b. P2real>P1real y c. P2real=P1real.

Fuente: Elaboración propia, SPSS.

Tabla 29

Estadísticos de Wilcoxon de (productividad 1 real y productividad 2 real).

P2 real - P1 real	
Z	-4,860b
Sig. asintótica(bilateral)	1.17350288126616E-06

Nota: a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon y b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia, SPSS.

Según las tablas anteriores, la media de los datos insertados es de 3.243 y 3.731 para las productividades antes y después de la aplicación de lean construction respectivamente, con 31 grados de libertad (gl), además, se tiene un nivel de significancia (Sig. Bilateral) de 1.1735E-06 que será contrastada con los criterios de decisión del siguiente paso.

4.2.4.1.5. Paso 5: Toma de decisión estadística

- Si el p-valor $\geq \alpha$, entonces se acepta H_0 y se rechaza H_a .
- Si el p-valor $< \alpha$, entonces se rechaza H_0 y se acepta H_a .

Tabla 30

P-valor para la hipótesis 1.

P-valor de la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas		
P-valor = 0.000	<	$\alpha=0.05$

Nota: P-valor: probabilidad obtenida de la prueba. α : porcentaje de error (5%), nivel de significancia.

Finalmente, según los criterios de decisión luego de realizar el contraste, se rechaza H_0 y se acepta H_1 ; por lo tanto, hay diferencia significativa en las medidas de productividad antes y después de la aplicación de lean construction, por ende, se mejora la productividad en la ejecución de unidades básicas de saneamiento en un rango de promedio de 3.243 a 3.731 de productividad.

4.2.4.2. Hipótesis 2

4.2.4.2.1. Paso 1: Formulación de hipótesis.

a. Hipótesis nula.

Ho: No hay diferencia significativa en las medidas de cantidad de mano de obra antes y después de la aplicación de lean construction, por ende, no se optimiza el uso de cantidad de mano de obra en la ejecución de unidades básicas de saneamiento.

b. Hipótesis alterna.

Ha: Hay diferencia significativa en las medidas de costos de mano de obra antes y después de la aplicación de lean construction, por ende, se optimiza el uso de cantidad de mano de obra en la ejecución de unidades básicas de saneamiento.

4.2.4.2.2. Paso 2: Nivel de significancia.

Para la presente investigación trabajamos con un nivel de significancia igual a 0.05.

4.2.4.2.3. Paso 3: Estadístico de prueba

La selección de la prueba estadística para la presente investigación se determina partiendo del objetivo comparativo para pruebas no paramétricas ya que los resultados de cantidad de mano obra no presentan una distribución normal, para lo cual la variable fija de la investigación es de estudio longitudinal con dos medidas (antes y después) y la variable aleatoria es ordinal, de las cuales se opta por la prueba de rangos de Wilcoxon para muestras dos muestras relacionadas.

4.2.4.2.4. Paso 4: Estimación del P-valor.

Reuniendo los resultados de cantidad de mano de obra de la productividad 1 real (cantidad 1) y cantidad de mano de obra de la productividad 2 real (Cantidad 2), las cuales también la denominaremos como cantidad de mano de obra empleada para la construcción de UBS antes y después de la aplicación de lean construction; resultados que serán insertados al programa SPSS versión 25, para el análisis de la hipótesis 2.

Tabla 31

Resultados de cantidad de mano de obra empleadas para la construcción de UBS del proyecto C.

Item	Descripcion de muestra	Cantidad 1 (hh/ubs)	Cantidad 2 (hh/ubs)
1	Trazo y replanteo para ubs	0.38	0.38
2	Excavacion para cimientto	2.11	2.00
3	Eliminacion de material excedente	0.64	0.60
4	Vaciado de cimientto corrido	2.29	1.97
5	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	3.56	2.67
6	Vaciado de concreto para sobrecimiento	2.18	1.30
7	Asentado de muro caravista	14.12	14.05
8	Encofrado y desencofrado para viga dintel	0.59	0.33
9	Vaciado de concreto para dintel	0.59	0.33
10	Instalacion de tuberia y accesorios para desagüe	2.29	1.35
11	Instalación de tuberías y accesorios para agua	5.33	2.63
12	Suministro e intalacion de accesorios de ducha	0.67	0.66
13	Instalación de aparatos sanitarios	1.33	0.67
14	Instalación de luz en techo incluye cableado	2.00	1.95
15	Salida de tomacorriente bipolar simple	2.00	2.00
16	Instalacion de puerta y ventana	2.67	2.63
17	Instalacion de techo	1.25	0.68
18	Excavacion para lavatorio	0.50	0.49
19	Habilitacion de acero para estructura de lavatorio	0.55	0.43
20	Encofrado y desencofrado para lavatorio	4.57	3.95
21	Vaciado de concreto F'c=175kg/cm2	1.71	1.33
22	Tarrajeo en interior en ubs	30.19	23.67
23	Vaciado de concreto para piso	6.15	4.57
24	Pintura en muros interiores	2.70	2.67
25	Excavacion para biodigestor.	8.89	8.11
26	Nivelado y compactado	0.23	0.22
27	Relleno con material propio	2.42	2.37
28	Instalacion de biodigestor	6.00	5.84
29	Encofrado y desencofrado para caja de lodos	1.55	1.35
30	Vaciado de concreto para caja de lodos	1.45	1.35
31	Habilitacion de acero para tapa de caja de lodos	0.35	0.33
32	Instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.	0.73	0.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Estadística para nuestras relacionadas (cantidad 1 y cantidad 2).

		Cantidad 1	Cantidad 2	Diferencia
N	Válido	32.000	32.000	32.000
	Perdidos	-	-	-
Media		3.500	2.923	-0.577
Desv. Desviación		5.667	4.691	1.223
Varianza		32.109	22.003	1.495

Fuente: Elaboración propia, SPSS.

Tabla 33

Prueba de rangos son signo de Wilcoxon de (cantidad 1 y cantidad 2).

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Cantidad 2 - Cantidad 1	Rangos negativos	30a	16.500	495.000
	Rangos positivos	1b	1.000	1.000
	Empates	1c		
	Total	32.000		

Nota: a. Cantidad2 < Cantidad1, b. Cantidad2>Cantidad1 y c. Cantidad2=Cantidad1.

Fuente: Elaboración propia, SPSS.

Tabla 34

Estadísticos de Wilcoxon de (cantidad 1 real y cantidad2 real).

		Cantidad2 real - Cantidad1 real
Z		-4,840b
Sig. asintótica(bilateral)		1.29537100300047E-06

Nota: a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon y b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia, SPSS.

Según las tablas anteriores, la media de los datos insertados es de 3.500 y 2.923 para la cantidad de mano de obra antes y después de la aplicación de lean construction respectivamente, con 30 grados de libertad (gl), además, se tiene un nivel de significancia (Sig. Bilateral) de 1.2954E-06 que será contrastada con los criterios de decisión del siguiente paso.

4.2.4.2.5. Paso 5: Toma de decisión estadística

- Si el p-valor $\geq \alpha$, entonces se acepta H_0 y se rechaza H_a .

- Si el p-valor $< \alpha$, entonces se rechaza H_0 y se acepta H_a .

Tabla 35

P-valor para la hipótesis 2.

P-valor de la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas		
P-valor = 0.000	<	$\alpha=0.05$

Nota: P-valor: probabilidad obtenida de la prueba. α : porcentaje de error (5%), nivel de significancia.

Finalmente, según los criterios de decisión luego de realizar el contraste, se rechaza H_0 y se acepta H_1 ; por lo tanto, hay diferencia significativa en las medidas de costos de mano de obra antes y después de la aplicación de lean construction, por ende, se optimiza el uso de cantidad

de mano de obra en la ejecución de unidades básicas de saneamiento en un rango de promedio de 3.500 y 2.923.

4.2.4.3. Hipótesis 3

4.2.4.3.1. Paso 1: Formulación de hipótesis.

c. Hipótesis nula.

Ho: No hay diferencia significativa en las medidas de costos de mano de obra antes y después de la aplicación de lean construction, por ende, no se optimiza el costo de mano de obra en la ejecución de unidades básicas de saneamiento.

d. Hipótesis alterna.

Ha: Hay diferencia significativa en las medidas de costos de mano de obra antes y después de la aplicación de lean construction, por ende, se optimiza el costo de mano de obra en la ejecución de unidades básicas de saneamiento.

4.2.1.3.2. Paso 2: Nivel de significancia.

Para la presente investigación trabajamos con un nivel de significancia igual a 0.05.

4.2.1.2.3. Paso 3: Estadístico de prueba

La selección de la prueba estadística para la presente investigación se determina partiendo del objetivo comparativo para pruebas no paramétricas ya que los resultados de costo de mano obra no presentan una distribución normal, para lo cual la variable fija de la investigación es de estudio longitudinal con dos medidas (antes y después) y la variable aleatoria es ordinal, de las cuales se opta por la prueba de rangos de Wilcoxon para muestras dos muestras relacionadas.

4.2.1.3.4. Paso 4: Estimación del P-valor.

Reuniendo los resultados de costo de mano de obra de la productividad 1 real (costo 1real) y costo de mano de obra de la productividad 2 real (Costo 2real), las cuales también la denominaremos como costo de mano de obra para la construcción de UBS antes y después de la aplicación de lean construction; resultados que serán insertados al programa SPSS versión 25, para el análisis de la hipótesis 3.

Tabla 36

Resultados de costo de mano de obra para la construcción de UBS del proyecto C.

Item	Descripcion de muestra	Costo 1 (soles/ubs)	Costo 2 (soles/ubs)
1	Trazo y replanteo para ubs	6.66	6.01
2	Excavacion para cimiento	31.24	29.68
3	Eliminacion de material excedente	9.49	8.86
4	Vaciado de cimiento corrido	39.20	32.74
5	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	65.11	53.60
6	Vaciado de concreto para sobrecimiento	37.41	22.66
7	Asentado de muro caravista	258.97	245.38
8	Encofrado y desencofrado para viga dintel	10.36	6.61
9	Vaciado de concreto para dintel	10.35	6.61
10	Instalacion de tuberia y accesorios para desagüe	39.93	27.18
11	Instalación de tuberías y accesorios para agua	93.17	52.87
12	Suministro e intalacion de accesorios de ducha	13.40	10.86
13	Instalación de aparatos sanitarios	24.40	13.40
14	Instalación de luz en techo incluye cableado	40.20	32.10
15	Salida de tomacorriente bipolar simple	40.20	33.00
16	Instalacion de puerta y ventana	53.60	48.14
17	Instalacion de techo	22.86	13.61
18	Excavacion para lavatorio	7.42	7.32
19	Habilitacion de acero para estructura de lavatorio	10.05	8.06
20	Encofrado y desencofrado para lavatorio	83.65	68.94
21	Vaciado de concreto F'c=175kg/cm2	32.40	23.29
22	Tarrajeo en interior en ubs	527.43	405.87
23	Vaciado de concreto para piso	112.86	79.85
24	Pintura en muros interiores	54.25	46.71
25	Excavacion para biodigestor.	131.92	120.39
26	Nivelado y compactado	3.35	3.32
27	Relleno con material propio	35.99	35.17
28	Instalacion de biodigestor	102.88	100.10
29	Encofrado y desencofrado para caja de lodos	31.11	27.18
30	Vaciado de concreto para caja de lodos	26.62	24.74
31	Habilitacion de acero para tapa de caja de lodos	6.99	6.55
32	Instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.	14.62	13.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37

Estadística para nuestras relacionadas (costo 1 y costo 2).

		Costo 1	Costo 2	Diferencia
N	Válido	32.000	32.000	32.000
	Perdidos	-	-	-
Media		61.815	50.438	-11.378
Desv. Desviación		99.071	80.087	21.998
Varianza		9,815.026	6,413.904	483.922

Fuente: Elaboración propia, SPSS.

Tabla 38

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon de (costo 1 y costo 2).

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Costo 2 - Costo 1	Rangos negativos	32a	16.500	528.000
	Rangos positivos	0b	-	-
	Empates	0c		
	Total	32.000		

Nota: a. Costo2 < Costo1, b. Costo2>Costo1 y c. Costo2=Costo1.

Fuente: Elaboración propia, SPSS.

Tabla 39

Estadísticos de Wilcoxon de (costo 1 y costo 2).

		Costo2 real - Costo1 real
Z		-4,937b
Sig. asintótica(bilateral)		7.95288414269276E-07

Nota: a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon y b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia, SPSS.

Según las tablas anteriores, la media de los datos insertados es de 61.815 y 50.438 para los costos de mano de obra antes y después de la aplicación de lean construction respectivamente, con 32 grados de libertad (gl), además, se tiene un nivel de significancia (Sig. Bilateral) de 7.9553E-07 que será contrastada con los criterios de decisión del siguiente paso.

4.2.4.3.5. Paso 5: Toma de decisión estadística

- Si el p-valor $\geq \alpha$, entonces se acepta H_0 y se rechaza H_a .
- Si el p-valor $< \alpha$, entonces se rechaza H_0 y se acepta H_a .

Tabla 40

P-valor para la hipótesis 3.

P-valor de la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas		
P-valor = 0.000	<	$\alpha=0.05$

Nota: P-valor: probabilidad obtenida de la prueba. α : porcentaje de error (5%), nivel de significancia.

Finalmente, según los criterios de decisión luego de realizar el contraste, se rechaza H_0 y se acepta H_1 ; por lo tanto, hay diferencia significativa en las medidas de costos de mano de obra antes y después de la aplicación de lean construction, por ende, se optimiza el costo de mano de obra en la ejecución de unidades básicas de saneamiento en un rango de promedio de 61.815 y 50.438.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

5.1.1. Conclusión General.

- DEL OBJETIVO GENERAL se logró mejorar la productividad para cada una de las 32 partidas que comprende la construcción de unidades básicas de saneamiento, esta se logró a través de la aplicación de las herramientas de lean construction; con la herramienta CARTA BALANCE se logró identificar de forma desagregada el trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) para cada partida en estudio, conformada con su respectiva cuadrilla (ver anexo E), de esos indicadores se propuso una nueva conformación de cuadrillas, a su vez se trabajó en la mitigación de aquellas actividades que no agregan valor para así tener una velocidad de trabajo o producción óptima. Una vez conformada las cuadrillas optimas, se procedió a aplicar la herramienta LAST PLANNER SYSTEM en donde se estandarizo la velocidad de producción de cada partida y su respectiva cuadrilla (ver figura 153), obteniendo así un tren de actividades de forma consecutiva (ver figura 154) las cuales se plasmó en el plan maestro (ver figuras 155, 156 y 157); quedando como procedimiento final el control y actualización de datos de producción diaria en las que se monitorearon los porcentajes de plan cumplido (PPC) de cada semana de intervención, dándole compromisos del cumplimiento de estas a cada uno de los involucrados desde el gerente del proyecto hasta el personal obrero, de esta forma se cumplió en su totalidad el objetivo principal de esta investigación.
- Como resultado de la aplicación de Lean Construction se tuvo una mejora de productividad total que asciende a 15.03 % con respecto a la productividad real, mejorando 31 partidas de 32 en estudio, resultados que fueron validados estadísticamente a través de la prueba rangos de Wilconxon.
- Según el cuadro comparativo de resumen de resultados de productividad (ver tabla 17) se concluye que; la productividad 1 real es mayor a la productividad inicial (P1 real >

P inicial) para 11 de 32 partidas cumpliendo en un 34.38% esta condición, por otro lado la productividad 2 real es mayor a la productividad inicial ($P2 \text{ real} > P \text{ inicial}$) para 18 de 32 partidas cumpliéndose esta condición en un 56.25% y por último la productividad 2 real es mayor a la productividad 1 real ($P2 \text{ real} > P1 \text{ real}$) para 31 de 32 partidas cumpliendo esta condición en un 96.89%.

5.1.2. Conclusiones Específicas.

- DEL OBJETIVO ESPECIFICO 1, se concluye que se logró determinar la productividad para las 32 partidas que comprende la construcción de unidades básicas de saneamiento de los tres proyectos en estudio ejecutados por la empresa SICMA S.A.C. dentro de los periodos 2017 - 2019, las cuales se plasman en el cuadro comparativo resumen de productividad (ver tabla 20). La recolección de datos para determinar la productividad se realizó con la ficha de recolección de datos (Instrumento validado por un especialista en estadística) según el procedimiento para la recolección y análisis de datos (Ver figura 22) la cual se detalla en el capítulo IV y en los anexos A y C.
- La productividad de las unidades básicas de saneamiento se determinó en tres fases; productividad inicial (P inicial), la cual básicamente refiere a la productividad del expediente técnico, la misma que se logró determinar con los datos que brinda los análisis de precios unitarios en cada expediente técnico de los 3 proyectos estudiados, para la productividad 1 real (P1 real) y productividad 2 real (P2 real) que vendría a ser el antes y después de la aplicación de Lean Construction; se logró determinar la productividad con los datos de producción diaria, las mismas que fueron recolectadas en campo y analizadas tal como se muestra en el capítulo IV.
- DEL OBJETIVO ESPECIFICO 2, se concluye que, como resultado de la aplicación de lean construction se logró optimizar la cantidad de mano de obra empleada para la construcción de unidades básicas de saneamiento, porcentaje que asciende a 16.49 % con respecto a la cantidad de mano de obra empleada de forma tradicional (HH 1) por UBS, optimizando 31 partidas de las 32 en estudio, resultados que fueron validados estadísticamente a través de la prueba rangos de Wilconxon, de esta forma se cumplió en su totalidad el segundo objetivo específico de esta investigación. Para mayor detalle

ver cuadro comparativo de resumen de resultados de cantidad de mano de obra (ver tabla 22).

- DEL OBJETIVO ESPECIFICO 3, se concluye que, se logró determinar el costo actual de mano de obra antes y después de la aplicación de Lean Construction en la que se tuvo una optimización del costo de mano de obra, porcentaje que asciende 18.41 % con respecto al costo de mano de obra empleada con una planificación tradicional (Costo 1 S/.), optimizando las 32 de 32 partidas en estudio, resultados que fueron validados estadísticamente a través de la prueba rangos de Wilconxon, de esta forma se cumplió en su totalidad el tercer objetivo específico de esta investigación. Para mayor detalle ver cuadro comparativo de resumen de resultados de costo de mano de obra (ver tabla 24).
- Del mejoramiento de la productividad con la aplicación de las herramientas de Lean Construction se obtiene análisis de precios unitarios de mano de obra (ver anexo I); para la construcción de unidades básicas de saneamiento (UBS) con rendimientos y conformación de cuadrillas más cercanas a la realidad de la región de Puno, la misma que servirá como referencia para futuras investigaciones de productividad y elaboración de proyectos de saneamiento básico rural.

5.2. Recomendaciones

- De la figura 159 causas de no cumplimiento de last planner system se recomienda, la gestión logística ya que la falta de abastecimiento de materiales y equipos representan el 36% de las causas de no cumplimiento, sienta estas las causas más incidentes que afectan la productividad en la construcción de unidades básicas de saneamiento.
- De la herramienta carta balance; para tener la validez de los datos como trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC), se recomienda que el número de mediciones sea mayor a 300, la frecuencia de medición 1 minuto en general lo cual dependerá de la velocidad de toma de datos, que también está asociada a la cantidad de personal que compone la cuadrilla.

- De la herramienta last planner system; para la elaboración de plan maestro se recomienda establecer buffer de tiempo, es decir asignar un día a la semana como holgura para que se pueda recuperar aquellas actividades que no se lograron cumplir durante la semana según lo planificado y de esta forma evitar que se actualicé el plan maestro constantemente.
- De la implementación de las herramientas de lean construction en la ejecución de proyectos se recomienda la creación de una oficina técnica dentro de las instalaciones del campamento de obra, exclusiva para las reuniones semanales equipadas de tal forma que se logre explicar didácticamente los avances, las causas de no cumplimiento, entre otras; esto ayudara a que la toma de decisiones sea más efectiva contando con el aporte de los distintos tipos de profesionales que componen el proyecto.
- A la empresa en la que realizo la presente investigación se recomienda hacer uso de la gestión del conocimiento, es decir documentar todo suceso positivo o negativo que se presenta en los proyectos así como también los datos de velocidad de producción, rendimientos reales de campo y lecciones aprendidas esto ayudara a una mejor toma de decisiones frente a los diferentes problemas que se pueda presentar; facilitara también la evaluación de proyectos previo a la presentación de propuestas de contratación, con la finalidad de evitar futuros sobrecostos que puedan afectar la ejecución de la obra.
- A las entidades públicas del estado se recomienda, evaluar los expedientes técnicos previos a su aprobación, tomando en cuenta criterios de rendimientos de mano de obra acordes con la realidad, de esta forma se podrá reducir el riesgo de generar posibles adicionales de obra, ampliaciones de plazo y modificaciones al expediente técnico ya que, según los convenios entre ministerio de vivienda y entidades, los adicionales de obra no se encuentran presupuestadas dentro del financiamiento de la misma.

Referencias

- Alfredo Serpell y Rodrigo Verbal. (1990). Análisis de operaciones mediante cartas de balance. *Revista Ingeniería de Construcción*. Santiago.
- Ambiente, C. y. (24 de Junio de 2016). *Calidad y Medio Ambiente*. Obtenido de <http://www.cge.es/portalcge/tecnologia/innovacion/4115sistemajust.aspx>
- Anshi Verma, S. Angalekar y Manish Khandare. (2017). Application of Lean Construction Tool (L.P.S.) to improve labour productivity and construction site. Disponible en: <http://www.ijesrt.com>.
- Arturo Ruiz y Falco Rojas. (2009). *Herramientas de Calidad*. Madrid. Universidad Pontificia Comillas.
- Avalos, A. (2017). Aplicación de Lean Construction a través de la metodología Last Planner a proyectos de vivienda social de FUPROVI. Costa Rica.
- Bit. (2001). Índice de productividad en la construcción: mito o realidad. Mexico.
- Borja, M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo.
- Castillo, F. D. (2009). Aplicación del sistema de Departamento de Ingeniería Lecturas de Ingeniería 6. *Manufactura Esbelta*. Santiago, Chile.
- Cervantes, D. F. (2016). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del estadio de la UNA-Puno. Puno, Perú.
- Daniels E. y Pasquire C. (23 de Junio de 2016). *Lean Construction Blog*. Obtenido de <http://leanconstructionblog.com/The-History-of-The-Development-of-the-Last-Planner-System.html>
- De la Cruz Fiesta, J. F., & Neira Mendez, S. E. (2015). Aplicación de la metodología last planner system en la cadena de suministros para la disminución de costos operativos en obras de edificación de mediana altura en el distrito de Trujillo 2015. Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Erika Romero y Jacqueline Diaz. (2010). El uso del diagrama causa - efecto en el análisis de casos. Ciudad de Mexico: Centro de Estudios Educativos A.C., 2010. 142 pp. ISSN: 0185-1284.
- Farook Hamzeh, Glenn Ballard y Iris Tommelein. (2012). Look ahead Planning to Optimize Construction Workflow. Washington D. C.: Disponible en: <https://www.leanconstruction.org>.
- Gomez, S. (2012). Metodología de la investigación. Ciudad de Mexico: Red Tercer Milenio, 2012. 92 pp. ISBN: 9786077331490.
- González, D. (2009). Método del Camino Crítico CMP-PERT. Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. *6ta edición*. México D.F.
- Hinostroza Gutiérrez, D. A., & Manosalva Montesinos, O. O. (2015). *Aplicación de last planner en edificaciones multifamiliares*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Imai, M. (2001). *La Clave de la Ventaja competitiva Japonesa*. Mexico: Compañía Editorial Continental.

- INEGI. (2015). Cálculo de los índices de productividad laboral y del costo unitario de la mano de obra. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*.
- INEI, D. N. (2019). *Evolución Mensual de la Actividad del Sector Construcción (PBI de Construcción): 2014 - 2019*. Lima : MVCS - OGEI - Oficina de Estudios Estadísticos y Económicos.
- Koskela, L. (1992). Application to the New Production Philosophy to Construction. *Center For Integrated Facility Engineering*, 81.
- L. Dias, M. de Olivera, P. Pucharelli y J. Pinzon. (2018). Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión. Campinas, Brasil.
- Manufactura, I. (24 de Junio de 2016). *Recuperado de Manufactura Inteligente*. Obtenido de <http://www.manufacturainteligente.com/jidoka/>
- Ministerio de Vivivenda, C. y. (2019). *Portal de transparencia* . Obtenido de http://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/agua_saneamiento/inversion.html
- Pérez Apaza , J. D. (2019). Aplicación de las herramientas lean construction para la mejora de la planificación en la ejecución de la obra “creación del coliseo cultural polideportivo de la localidad de putina, provincia de san Antonio De Putina, Puno”. Juliaca, Perú: Universidad Peruana Unión.
- Rodrigues, W., & Valdez, D. (2012). Mejoramiento de la productividad en la construcción de obras con Lean Construction, Trenchless, CYCLONE, EZStrobe, BIM. Lima: Culturabierta E.I.R.L.
- Rodriguez Hoyos , A. A. (2015). “implementación del sistema de planificación ‘last planner’ al proyecto Alpamarca 2000 tpd, Junin”. Arequipa, Perú: Universidad Católica De Santa María.
- Salkind, N. (1998). Métodos de Investigación. ciudad de Mexico: Prentice Hall, 380 pp.
- Sanvido, P. (1984). Recurso humano en la productividad. Canadá.
- Serpell, A. (1993). Administración de Operaciones de Construcción. Chile.
- Serpell, B. (2002). Administración de operaciones de construcción. Alfaguara, México.
- Supo, J. (24 de Abril de 2014). Obtenido de Prueba de hipotesis del nivel investigativo: <https://www.youtube.com/watch?v=qkSSxqX513o>
- UNINAV. (2017). Metodología de la investigación. Ciudad de Mexico: de marina, 67 pp.
- Valderrama, S. (2015). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima, Perú: Univesidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Vilcapoma Romero, J. J. (2016). “Mejoramiento y Modificación de la Línea de Carga de Concentrado en el Patio Ferroviario de Sociedad Minera El Brocal”. Huancayo, Perú.
- Villamizar Roa , D. H., & Ortiz Contreras, L. J. (2016). “Implementación de los principios de Lean Construction en la constructora Colproyectos S.A.S. de un proyecto de vivienda en el Municipio de Villa del Rosario. Bucaramanga, Colombia: “Implementación de los principios de Lean Construction en la constructora Colproyectos S.A.S. de un proyecto de vivienda en el Municipio de Villa del Rosario.
- Wikipedia. (30 de Junio de 2019). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing

Anexos

Anexo A. Recolección de datos de producción sin la aplicación de lean construction n los proyectos A, B y C.

Los de datos de producción de los proyectos A y B se tomó de 12 días diferentes a lo largo de la ejecución de los proyectos. Sin embargo, para el proyecto C se tomó del día 01 que inicia a ejecutarse la partida, esta última para corroborar los datos de los anteriores proyectos muestreados, así como también por el factor tiempo para la aplicación de las herramientas de mejora de Lean Construction.

Tabla 41

Datos de producción 1 real de la partida trazo y replanteo para abs.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m2)	Proyecto B Produccion (m2)	Proyecto C Produccion (m2)
01	8	2	302.58	294.06	341.04
02	8	2	302.58	294.06	341.04
03	8	2	295.20	294.06	341.04
04	8	2	295.20	301.60	341.04
05	8	2	295.20	286.52	341.04
06	8	2	295.20	286.52	341.04
07	8	2	302.58	286.52	341.04
08	8	2	295.20	286.52	341.04
09	8	2	302.58	286.52	341.04
10	8	2	302.58	294.06	341.04
11	8	2	302.58	294.06	341.04
12	8	2	302.58	294.06	341.04
Total	96.00	24.00	3594.06	3498.56	4092.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Datos de producción 1 real de la partida excavación para cimiento.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m3)	Proyecto B Produccion (m3)	Proyecto C Produccion (m3)
01	8	1	3.81	3.60	3.46
02	8	1	3.81	3.60	3.46
03	8	1	3.81	3.60	3.46
04	8	1	3.81	3.00	3.46
05	8	1	3.18	3.00	3.46
06	8	1	3.18	3.60	3.46
07	8	1	3.18	3.00	3.46
08	8	1	3.81	3.60	3.46
09	8	1	3.81	3.60	3.46
10	8	1	3.81	3.60	3.46

11	8	1	3.81	3.60	3.46
12	8	1	3.81	3.60	3.46
Total	96.00	12.00	43.82	41.40	41.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

Datos de producción 1 real de la partida eliminación de material excedente.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m3)	Proyecto B Produccion (m3)	Proyecto C Produccion (m3)
01	8	1	14.31	16.50	10.75
02	8	1	14.31	16.50	10.75
03	8	1	15.90	15.00	10.75
04	8	1	15.90	15.00	10.75
05	8	1	15.90	15.00	10.75
06	8	1	15.90	15.00	10.75
07	8	1	14.31	13.50	10.75
08	8	1	14.31	12.00	10.75
09	8	1	15.90	15.00	10.75
10	8	1	15.90	15.00	10.75
11	8	1	15.90	15.00	10.75
12	8	1	15.90	15.00	10.75
Total	96.00	12.00	184.44	178.50	129.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Datos de producción 1 real de la partida vaciado de cemento corrido.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m3)	Proyecto B Produccion (m3)	Proyecto C Produccion (m3)
01	8	3	6.35	6.00	7.14
02	8	3	6.35	6.00	7.14
03	8	3	6.35	6.00	7.14
04	8	3	6.35	6.00	7.14
05	8	3	6.35	6.00	7.14
06	8	3	6.35	6.00	7.14
07	8	3	5.08	6.00	7.14
08	8	3	5.08	6.00	7.14
09	8	3	5.08	6.00	7.14
10	8	3	6.35	7.20	7.14
11	8	3	6.35	7.20	7.14
12	8	3	5.08	7.20	7.14
Total	96.00	36.00	71.12	75.60	85.68

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Datos de producción 1 real de la partida encofrado y desencofrado para sobrecimiento.

Día	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m2)	Proyecto B Produccion (m2)	Proyecto C Produccion (m2)
01	8	2	23.55	20.70	25.02
02	8	2	23.55	20.70	25.02
03	8	2	23.55	20.70	25.02
04	8	2	23.55	20.70	25.02
05	8	2	23.55	20.70	25.02
06	8	2	23.55	20.70	25.02
07	8	2	18.84	16.56	25.02
08	8	2	23.55	16.56	25.02
09	8	2	23.55	16.56	25.02
10	8	2	23.55	16.56	25.02
11	8	2	18.84	16.56	25.02
12	8	2	18.84	20.70	25.02
Total	96.00	24.00	268.47	227.70	300.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.

Día	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m3)	Proyecto B Produccion (m3)	Proyecto C Produccion (m3)
01	8	3	4.20	3.60	4.51
02	8	3	4.20	3.60	4.51
03	8	3	3.85	3.90	4.51
04	8	3	3.85	3.30	4.51
05	8	3	3.85	3.60	4.51
06	8	3	4.20	3.60	4.51
07	8	3	4.20	3.60	4.51
08	8	3	4.20	3.60	4.51
09	8	3	4.20	3.60	4.51
10	8	3	4.20	3.30	4.51
11	8	3	4.20	3.90	4.51
12	8	3	4.20	3.30	4.51
Total	96.00	36.00	49.35	42.90	54.12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47

Datos de producción 1 real de la partida asentado de muro caravista.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m2)	Proyecto B Produccion (m2)	Proyecto C Produccion (m2)
01	8	3	17.88	16.90	22.88
02	8	3	17.88	16.90	22.88
03	8	3	17.88	14.08	22.88
04	8	3	17.88	19.01	22.88
05	8	3	17.88	19.01	22.88
06	8	3	21.45	19.01	22.88
07	8	3	21.45	19.01	22.88
08	8	3	21.45	19.01	22.88
09	8	3	17.88	19.01	22.88
10	8	3	17.88	19.01	22.88
11	8	3	17.88	19.01	22.88
12	8	3	21.45	21.12	22.88
Total	96.00	36.00	228.82	221.06	274.58

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48

Datos de producción 1 real de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m2)	Proyecto B Produccion (m2)	Proyecto C Produccion (m2)
01	8	2	5.89	15.12	22.41
02	8	2	5.89	14.58	22.41
03	8	2	5.51	14.58	22.41
04	8	2	5.89	14.58	22.41
05	8	2	5.70	14.58	22.41
06	8	2	5.70	14.58	22.41
07	8	2	5.70	15.12	22.41
08	8	2	5.70	15.12	22.41
09	8	2	5.70	15.12	22.41
10	8	2	5.70	15.12	22.41
11	8	2	5.70	14.58	22.41
12	8	2	5.89	14.58	22.41
Total	96.00	24.00	68.97	177.66	268.92

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49

Datos de producción I real de la partida vaciado de concreto para dintel.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m3)	Proyecto B Produccion (m3)	Proyecto C Produccion (m3)
01	8	2	0.30	1.12	1.62
02	8	2	0.30	1.12	1.62
03	8	2	0.31	1.12	1.62
04	8	2	0.30	1.12	1.62
05	8	2	0.30	1.08	1.62
06	8	2	0.30	1.08	1.62
07	8	2	0.31	1.12	1.62
08	8	2	0.31	1.12	1.62
09	8	2	0.31	1.08	1.62
10	8	2	0.32	1.08	1.62
11	8	2	0.30	1.08	1.62
12	8	2	0.31	1.12	1.62
Total	96.00	24.00	3.67	13.24	19.44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50

Datos de producción I real de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (und)	Proyecto B Produccion (und)	Proyecto C Produccion (und)
01	8	2	8.00	8.00	7.00
02	8	2	8.00	8.00	7.00
03	8	2	8.00	8.00	7.00
04	8	2	6.00	7.00	7.00
05	8	2	6.00	7.00	7.00
06	8	2	8.00	7.00	7.00
07	8	2	6.00	7.00	7.00
08	8	2	6.00	7.00	7.00
09	8	2	7.00	6.00	7.00
10	8	2	7.00	6.00	7.00
11	8	2	7.00	7.00	7.00
12	8	2	7.00	8.00	7.00
Total	96.00	24.00	84.00	86.00	84.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51

Datos de producción 1 real de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (und)	Proyecto B Produccion (und)	Proyecto C Produccion (und)
01	8	2	2.00	4.00	3.00
02	8	2	2.50	4.00	3.00
03	8	2	3.00	4.00	3.00
04	8	2	3.00	4.00	3.00
05	8	2	3.00	4.00	3.00
06	8	2	3.00	3.00	3.00
07	8	2	3.00	3.00	3.00
08	8	2	3.00	3.00	3.00
09	8	2	3.00	3.00	3.00
10	8	2	3.00	3.00	3.00
11	8	2	3.00	3.00	3.00
12	8	2	3.00	3.00	3.00
Total	96.00	24.00	34.50	41.00	36.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52

Datos de producción 1 real de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (und)	Proyecto B Produccion (und)	Proyecto C Produccion (und)
01	8	1	11.00	11.00	24.00
02	8	1	10.00	12.00	24.00
03	8	1	10.00	11.00	24.00
04	8	1	10.00	11.00	24.00
05	8	1	11.00	12.00	24.00
06	8	1	12.00	12.00	24.00
07	8	1	12.00	12.00	24.00
08	8	1	12.00	12.00	24.00
09	8	1	11.00	12.00	24.00
10	8	1	11.00	12.00	24.00
11	8	1	11.00	12.00	24.00
12	8	1	11.00	12.00	24.00
Total	96.00	12.00	132.00	141.00	288.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53

Datos de producción 1 real de la partida instalación de aparatos sanitarios.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (und)	Proyecto B Produccion (und)	Proyecto C Produccion (und)
01	8	2	12.00	12.00	12.00
02	8	2	12.00	12.00	12.00
03	8	2	11.50	12.00	12.00
04	8	2	11.50	12.50	12.00
05	8	2	11.50	12.00	12.00
06	8	2	11.50	12.00	12.00
07	8	2	11.50	12.00	12.00
08	8	2	11.50	12.00	12.00
09	8	2	11.50	12.50	12.00
10	8	2	11.50	12.50	12.00
11	8	2	11.50	12.50	12.00
12	8	2	11.50	12.50	12.00
Total	96.00	24.00	139.00	146.50	144.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54

Datos de producción 1 real de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (pto)	Proyecto B Produccion (pto)	Proyecto C Produccion (pto)
01	8	1	-	-	12.00
02	8	1	-	-	12.00
03	8	1	-	-	12.00
04	8	1	-	-	12.00
05	8	1	-	-	12.00
06	8	1	-	-	12.00
07	8	1	-	-	12.00
08	8	1	-	-	12.00
09	8	1	-	-	12.00
10	8	1	-	-	12.00
11	8	1	-	-	12.00
12	8	1	-	-	12.00
Total	96.00	12.00	0.00	0.00	144.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55

Datos de producción 1 real de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (pto)	Proyecto B Produccion (pto)	Proyecto C Produccion (pto)
01	8	1	0.00	0.00	12.00
02	8	1	0.00	0.00	12.00
03	8	1	0.00	0.00	12.00
04	8	1	0.00	0.00	12.00
05	8	1	0.00	0.00	12.00

06	8	1	0.00	0.00	12.00
07	8	1	0.00	0.00	12.00
08	8	1	0.00	0.00	12.00
09	8	1	0.00	0.00	12.00
10	8	1	0.00	0.00	12.00
11	8	1	0.00	0.00	12.00
12	8	1	0.00	0.00	12.00
Total	96.00	12.00	0.00	0.00	144.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56

Datos de producción 1 real de la partida instalación de puerta y ventana.

Día	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (und)	Proyecto B Produccion (und)	Proyecto C Produccion (und)
01	8	2	12.00	12.00	12.00
02	8	2	12.00	12.00	12.00
03	8	2	12.00	12.00	12.00
04	8	2	12.00	12.00	12.00
05	8	2	10.00	10.00	12.00
06	8	2	10.00	10.00	12.00
07	8	2	10.00	10.00	12.00
08	8	2	12.00	10.00	12.00
09	8	2	12.00	12.00	12.00
10	8	2	12.00	12.00	12.00
11	8	2	12.00	12.00	12.00
12	8	2	10.00	12.00	12.00
Total	96.00	24.00	136.00	136.00	144.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57

Datos de producción 1 real de la partida instalación de techo.

Día	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m2)	Proyecto B Produccion (m2)	Proyecto C Produccion (m2)
01	8	2	71.30	75.79	78.46
02	8	2	71.30	75.79	78.46
03	8	2	78.43	75.79	78.46
04	8	2	78.43	75.79	78.46
05	8	2	78.43	75.79	78.46
06	8	2	78.43	81.62	78.46
07	8	2	78.43	81.62	78.46
08	8	2	78.43	81.62	78.46
09	8	2	78.43	81.62	78.46
10	8	2	71.30	81.62	78.46
11	8	2	78.43	87.45	78.46
12	8	2	78.43	81.62	78.46
Total	96.00	24.00	919.77	956.12	941.57

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58

Datos de producción 1 real de la partida excavación para lavatorio.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m3)	Proyecto B Produccion (m3)	Proyecto C Produccion (m3)
01	8	1	2.70	2.88	1.92
02	8	1	2.52	2.88	1.92
03	8	1	2.52	2.88	1.92
04	8	1	2.52	2.88	1.92
05	8	1	2.52	2.70	1.92
06	8	1	2.70	2.70	1.92
07	8	1	2.70	2.70	1.92
08	8	1	2.88	2.70	1.92
09	8	1	3.06	2.52	1.92
10	8	1	3.06	2.52	1.92
11	8	1	3.06	2.52	1.92
12	8	1	2.88	2.70	1.92
Total	96.00	12.00	33.12	32.58	23.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59

Datos de producción 1 real de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (kg)	Proyecto B Produccion (kg)	Proyecto C Produccion (kg)
01	8	2	307.53	318.92	320.16
02	8	2	307.53	318.92	320.16
03	8	2	307.53	318.92	320.16
04	8	2	307.53	318.92	320.16
05	8	2	318.92	318.92	320.16
06	8	2	318.92	330.31	320.16
07	8	2	318.92	330.31	320.16
08	8	2	318.92	330.31	320.16
09	8	2	318.92	307.53	320.16
10	8	2	307.53	307.53	320.16
11	8	2	307.53	307.53	320.16
12	8	2	318.92	296.14	320.16
Total	96.00	24.00	3758.70	3804.26	3841.92

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60

Datos de producción 1 real de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m2)	Proyecto B Produccion (m2)	Proyecto C Produccion (m2)
01	8	2	9.94	9.94	12.50
02	8	2	9.94	9.94	12.50
03	8	2	14.91	9.94	12.50
04	8	2	14.91	9.94	12.50
05	8	2	14.91	9.94	12.50
06	8	2	9.94	14.91	12.50
07	8	2	9.94	9.94	12.50
08	8	2	9.94	9.94	12.50
09	8	2	9.94	9.94	12.50
10	8	2	9.94	9.94	12.50
11	8	2	9.94	9.94	12.50
12	8	2	9.94	9.94	12.50
Total	96.00	24.00	134.19	124.25	149.94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61

Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto F'c=175kg/cm2.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m3)	Proyecto B Produccion (m3)	Proyecto C Produccion (m3)
01	8	3	1.32	1.32	2.38
02	8	3	1.32	1.32	2.38
03	8	3	1.32	1.32	2.38
04	8	3	1.32	1.32	2.38
05	8	3	1.21	1.32	2.38
06	8	3	1.21	1.54	2.38
07	8	3	1.21	1.76	2.38
08	8	3	1.32	1.54	2.38
09	8	3	1.10	1.54	2.38
10	8	3	1.10	1.54	2.38
11	8	3	1.10	1.54	2.38
12	8	3	1.32	1.76	2.38
Total	96.00	36.00	14.85	17.82	28.56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62

Datos de producción 1 real de la partida tarrajeo en interior en ubs.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m2)	Proyecto B Produccion (m2)	Proyecto C Produccion (m2)
01	8	2	8.76	7.99	9.75
02	8	2	10.51	7.99	9.75
03	8	2	8.76	7.99	9.75
04	8	2	8.76	7.99	9.75
05	8	2	8.76	7.99	9.75

06	8	2	8.76	9.58	9.75
07	8	2	10.51	9.58	9.75
08	8	2	10.51	7.99	9.75
09	8	2	10.51	9.58	9.75
10	8	2	8.76	7.99	9.75
11	8	2	8.76	7.99	9.75
12	8	2	8.76	9.58	9.75
Total	96.00	24.00	112.13	102.21	116.96

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63

Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto para piso.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m2)	Proyecto B Produccion (m2)	Proyecto C Produccion (m2)
01	8	3	19.47	15.72	19.77
02	8	3	19.47	15.72	19.77
03	8	3	19.47	13.10	19.77
04	8	3	19.47	15.72	19.77
05	8	3	19.47	15.72	19.77
06	8	3	12.98	15.72	19.77
07	8	3	16.23	15.72	19.77
08	8	3	12.98	15.72	19.77
09	8	3	16.23	15.72	19.77
10	8	3	16.23	15.72	19.77
11	8	3	16.23	13.10	19.77
12	8	3	16.23	15.72	19.77
Total	96.00	36.00	204.44	183.40	237.28

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64

Datos de producción 1 real de la partida pintura en muros interiores.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m2)	Proyecto B Produccion (m2)	Proyecto C Produccion (m2)
01	8	1	35.04	55.90	54.43
02	8	1	52.56	55.90	54.43
03	8	1	52.56	55.90	54.43
04	8	1	52.56	47.91	54.43
05	8	1	52.56	47.91	54.43
06	8	1	52.56	47.91	54.43
07	8	1	52.56	40.56	54.43
08	8	1	52.56	47.91	54.43
09	8	1	52.56	55.90	54.43
10	8	1	52.56	47.91	54.43
11	8	1	61.32	47.91	54.43
12	8	1	61.32	47.91	54.43
Total	96.00	12.00	630.72	599.51	653.21

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65

Datos de producción I real de la partida excavación para biodigestor.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m3)	Proyecto B Produccion (m3)	Proyecto C Produccion (m3)
01	8	1	3.18	4.24	3.09
02	8	1	3.18	4.24	3.09
03	8	1	3.18	4.24	3.09
04	8	1	3.18	4.24	3.09
05	8	1	3.39	4.24	3.09
06	8	1	3.18	4.24	3.09
07	8	1	3.39	3.39	3.09
08	8	1	3.39	3.39	3.09
09	8	1	3.18	3.39	3.09
10	8	1	3.18	3.39	3.09
11	8	1	4.24	3.56	3.09
12	8	1	4.24	4.24	3.09
Total	96.00	12.00	40.92	46.81	37.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66

Datos de producción I real de la partida nivelado y compactado.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m2)	Proyecto B Produccion (m2)	Proyecto C Produccion (m2)
01	8	1	95.20	92.48	113.25
02	8	1	95.20	92.48	113.25
03	8	1	95.20	92.48	113.25
04	8	1	95.20	89.76	113.25
05	8	1	92.48	89.76	113.25
06	8	1	89.76	89.76	113.25
07	8	1	95.20	89.76	113.25
08	8	1	89.76	89.76	113.25
09	8	1	95.20	95.20	113.25
10	8	1	95.20	92.48	113.25
11	8	1	95.20	95.20	113.25
12	8	1	89.76	95.20	113.25
Total	96.00	12.00	1123.36	1104.32	1358.94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67

Datos de producción I real de la partida relleno con material propio.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m3)	Proyecto B Produccion (m3)	Proyecto C Produccion (m3)
01	8	1	11.22	9.35	8.98
02	8	1	11.22	9.35	8.98
03	8	1	11.22	9.35	8.98
04	8	1	11.22	9.35	8.98

05	8	1	11.22	9.35	8.98
06	8	1	9.35	9.35	8.98
07	8	1	9.35	7.48	8.98
08	8	1	9.35	9.35	8.98
09	8	1	9.35	7.48	8.98
10	8	1	9.35	9.35	8.98
11	8	1	11.22	7.48	8.98
12	8	1	11.22	7.48	8.98
Total	96.00	12.00	125.29	104.72	107.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68

Datos de producción 1 real de la partida instalación de biodigestor.

Día	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (und)	Proyecto B Produccion (und)	Proyecto C Produccion (und)
01	8	3	5.00	5.00	4.00
02	8	3	5.00	5.00	4.00
03	8	3	4.00	5.00	4.00
04	8	3	5.00	5.00	4.00
05	8	3	5.00	5.00	4.00
06	8	3	5.00	4.00	4.00
07	8	3	4.00	4.00	4.00
08	8	3	4.00	4.00	4.00
09	8	3	4.00	4.00	4.00
10	8	3	4.00	4.00	4.00
11	8	3	5.00	5.00	4.00
12	8	3	5.00	5.00	4.00
Total	96.00	36.00	55.00	55.00	48.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69

Datos de producción 1 real de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.

Día	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m2)	Proyecto B Produccion (m2)	Proyecto C Produccion (m2)
01	8	1	12.60	10.00	17.37
02	8	1	12.60	10.00	17.37
03	8	1	12.60	10.00	17.37
04	8	1	12.60	12.00	17.37
05	8	1	12.60	10.00	17.37
06	8	1	12.60	10.00	17.37
07	8	1	12.60	10.00	17.37
08	8	1	15.12	10.00	17.37
09	8	1	12.60	10.00	17.37
10	8	1	12.60	12.00	17.37
11	8	1	15.12	12.00	17.37
12	8	1	12.60	12.00	17.37
Total	96.00	12.00	156.24	128.00	208.45

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70

Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (m3)	Proyecto B Produccion (m3)	Proyecto C Produccion (m3)
01	8	2	2.40	1.68	2.53
02	8	2	2.40	1.82	2.53
03	8	2	2.40	1.82	2.53
04	8	2	2.40	1.82	2.53
05	8	2	2.00	1.96	2.53
06	8	2	2.40	1.96	2.53
07	8	2	2.40	1.96	2.53
08	8	2	2.40	1.82	2.53
09	8	2	2.40	1.96	2.53
10	8	2	2.40	1.96	2.53
11	8	2	2.40	1.96	2.53
12	8	2	2.40	1.96	2.53
Total	96.00	24.00	28.40	22.68	30.36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71

Datos de producción 1 real de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (kg)	Proyecto B Produccion (kg)	Proyecto C Produccion (kg)
01	8	1	105.34	100.76	114.08
02	8	1	96.18	100.76	114.08
03	8	1	96.18	100.76	114.08
04	8	1	100.76	105.34	114.08
05	8	1	96.18	109.92	114.08
06	8	1	100.76	105.34	114.08
07	8	1	100.76	105.34	114.08
08	8	1	100.76	105.34	114.08
09	8	1	100.76	96.18	114.08
10	8	1	96.18	100.76	114.08
11	8	1	96.18	105.34	114.08
12	8	1	100.76	105.34	114.08
Total	96.00	12.00	1190.80	1241.18	1368.96

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72

Datos de producción real de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.

Dia	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)	Proyecto A Produccion (und)	Proyecto B Produccion (und)	Proyecto C Produccion (und)
01	8	1	10.00	11.00	11.00
02	8	1	10.00	11.00	11.00
03	8	1	11.00	11.00	11.00
04	8	1	10.00	10.00	11.00
05	8	1	11.00	10.00	11.00
06	8	1	11.00	10.00	11.00
07	8	1	11.00	9.00	11.00
08	8	1	11.00	10.00	11.00
09	8	1	12.00	11.00	11.00
10	8	1	12.00	11.00	11.00
11	8	1	11.00	9.00	11.00
12	8	1	11.00	11.00	11.00
Total	96.00	12.00	131.00	124.00	132.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. Índice de productividad sin la aplicación de lean construction de los proyectos A, B y C.

Tabla 73

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida trazo y replanteo para ubs.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP
18.911	17.606	1.074	18.379	31.250	0.588	21.315	20.833	1.023
18.911	17.606	1.074	18.379	31.250	0.588	21.315	20.833	1.023
18.450	17.606	1.048	18.379	31.250	0.588	21.315	20.833	1.023
18.450	17.606	1.048	18.850	31.250	0.603	21.315	20.833	1.023
18.450	17.606	1.048	17.908	31.250	0.573	21.315	20.833	1.023
18.450	17.606	1.048	17.908	31.250	0.573	21.315	20.833	1.023
18.911	17.606	1.074	17.908	31.250	0.573	21.315	20.833	1.023
18.450	17.606	1.048	17.908	31.250	0.573	21.315	20.833	1.023
18.911	17.606	1.074	17.908	31.250	0.573	21.315	20.833	1.023
18.911	17.606	1.074	18.379	31.250	0.588	21.315	20.833	1.023
18.911	17.606	1.074	18.379	31.250	0.588	21.315	20.833	1.023
18.911	17.606	1.074	18.379	31.250	0.588	21.315	20.833	1.023

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida excavación para cimiento.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP
0.476	0.438	1.089	0.450	0.500	0.900	0.432	0.500	0.865
0.476	0.438	1.089	0.450	0.500	0.900	0.432	0.500	0.865
0.476	0.438	1.089	0.450	0.500	0.900	0.432	0.500	0.865
0.476	0.438	1.089	0.375	0.500	0.750	0.432	0.500	0.865
0.397	0.438	0.907	0.375	0.500	0.750	0.432	0.500	0.865
0.397	0.438	0.907	0.450	0.500	0.900	0.432	0.500	0.865
0.397	0.438	0.907	0.375	0.500	0.750	0.432	0.500	0.865
0.476	0.438	1.089	0.450	0.500	0.900	0.432	0.500	0.865
0.476	0.438	1.089	0.450	0.500	0.900	0.432	0.500	0.865
0.476	0.438	1.089	0.450	0.500	0.900	0.432	0.500	0.865
0.476	0.438	1.089	0.450	0.500	0.900	0.432	0.500	0.865
0.476	0.438	1.089	0.450	0.500	0.900	0.432	0.500	0.865

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida eliminación de material excedente.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP
1.789	0.875	2.044	2.063	3.750	0.550	1.344	0.750	1.792
1.789	0.875	2.044	2.063	3.750	0.550	1.344	0.750	1.792
1.988	0.875	2.271	1.875	3.750	0.500	1.344	0.750	1.792
1.988	0.875	2.271	1.875	3.750	0.500	1.344	0.750	1.792
1.988	0.875	2.271	1.875	3.750	0.500	1.344	0.750	1.792
1.988	0.875	2.271	1.875	3.750	0.500	1.344	0.750	1.792
1.789	0.875	2.044	1.688	3.750	0.450	1.344	0.750	1.792
1.789	0.875	2.044	1.500	3.750	0.400	1.344	0.750	1.792
1.988	0.875	2.271	1.875	3.750	0.500	1.344	0.750	1.792
1.988	0.875	2.271	1.875	3.750	0.500	1.344	0.750	1.792
1.988	0.875	2.271	1.875	3.750	0.500	1.344	0.750	1.792
1.988	0.875	2.271	1.875	3.750	0.500	1.344	0.750	1.792

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 76

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida vaciado de cimiento corrido.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP
0.265	0.284	0.931	0.250	0.391	0.640	0.298	0.391	0.762
0.265	0.284	0.931	0.250	0.391	0.640	0.298	0.391	0.762
0.265	0.284	0.931	0.250	0.391	0.640	0.298	0.391	0.762
0.265	0.284	0.931	0.250	0.391	0.640	0.298	0.391	0.762
0.265	0.284	0.931	0.250	0.391	0.640	0.298	0.391	0.762
0.265	0.284	0.931	0.250	0.391	0.640	0.298	0.391	0.762
0.212	0.284	0.745	0.250	0.391	0.640	0.298	0.391	0.762
0.212	0.284	0.745	0.250	0.391	0.640	0.298	0.391	0.762
0.212	0.284	0.745	0.250	0.391	0.640	0.298	0.391	0.762
0.265	0.284	0.931	0.300	0.391	0.768	0.298	0.391	0.762
0.265	0.284	0.931	0.300	0.391	0.768	0.298	0.391	0.762
0.212	0.284	0.745	0.300	0.391	0.768	0.298	0.391	0.762

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 77

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida encofrado y desencofrado para sobrecimiento.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP
1.472	0.667	2.208	1.294	0.583	2.218	1.564	3.750	0.417
1.472	0.667	2.208	1.294	0.583	2.218	1.564	3.750	0.417
1.472	0.667	2.208	1.294	0.583	2.218	1.564	3.750	0.417

1.472	0.667	2.208	1.294	0.583	2.218	1.564	3.750	0.417
1.472	0.667	2.208	1.294	0.583	2.218	1.564	3.750	0.417
1.472	0.667	2.208	1.294	0.583	2.218	1.564	3.750	0.417
1.178	0.667	1.766	1.035	0.583	1.774	1.564	3.750	0.417
1.472	0.667	2.208	1.035	0.583	1.774	1.564	3.750	0.417
1.472	0.667	2.208	1.035	0.583	1.774	1.564	3.750	0.417
1.472	0.667	2.208	1.035	0.583	1.774	1.564	3.750	0.417
1.472	0.667	2.208	1.035	0.583	1.774	1.564	3.750	0.417
1.178	0.667	1.766	1.035	0.583	1.774	1.564	3.750	0.417
1.178	0.667	1.766	1.294	0.583	2.218	1.564	3.750	0.417

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 78

Resultados de Índices de productividad I real de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP
0.175	0.284	0.616	0.150	0.250	0.600	0.188	0.313	0.601
0.175	0.284	0.616	0.150	0.250	0.600	0.188	0.313	0.601
0.160	0.284	0.565	0.163	0.250	0.650	0.188	0.313	0.601
0.160	0.284	0.565	0.138	0.250	0.550	0.188	0.313	0.601
0.160	0.284	0.565	0.150	0.250	0.600	0.188	0.313	0.601
0.175	0.284	0.616	0.150	0.250	0.600	0.188	0.313	0.601
0.175	0.284	0.616	0.150	0.250	0.600	0.188	0.313	0.601
0.175	0.284	0.616	0.150	0.250	0.600	0.188	0.313	0.601
0.175	0.284	0.616	0.150	0.250	0.600	0.188	0.313	0.601
0.175	0.284	0.616	0.138	0.250	0.550	0.188	0.313	0.601
0.175	0.284	0.616	0.163	0.250	0.650	0.188	0.313	0.601
0.175	0.284	0.616	0.138	0.250	0.550	0.188	0.313	0.601

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 79

Resultados de Índices de productividad I real de la partida asentado de muro caravista.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP
0.745	0.762	0.978	0.704	0.875	0.805	0.953	1.000	0.953
0.745	0.762	0.978	0.704	0.875	0.805	0.953	1.000	0.953
0.745	0.762	0.978	0.587	0.875	0.670	0.953	1.000	0.953
0.745	0.762	0.978	0.792	0.875	0.905	0.953	1.000	0.953
0.745	0.762	0.978	0.792	0.875	0.905	0.953	1.000	0.953
0.894	0.762	1.173	0.792	0.875	0.905	0.953	1.000	0.953
0.894	0.762	1.173	0.792	0.875	0.905	0.953	1.000	0.953
0.894	0.762	1.173	0.792	0.875	0.905	0.953	1.000	0.953
0.745	0.762	0.978	0.792	0.875	0.905	0.953	1.000	0.953
0.745	0.762	0.978	0.792	0.875	0.905	0.953	1.000	0.953
0.745	0.762	0.978	0.792	0.875	0.905	0.953	1.000	0.953
0.894	0.762	1.173	0.880	0.875	1.006	0.953	1.000	0.953

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 80

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP
0.368	0.500	0.736	0.945	0.583	1.620	1.401	5.000	0.280
0.368	0.500	0.736	0.911	0.583	1.562	1.401	5.000	0.280
0.344	0.500	0.689	0.911	0.583	1.562	1.401	5.000	0.280
0.368	0.500	0.736	0.911	0.583	1.562	1.401	5.000	0.280
0.356	0.500	0.713	0.911	0.583	1.562	1.401	5.000	0.280
0.356	0.500	0.713	0.911	0.583	1.562	1.401	5.000	0.280
0.356	0.500	0.713	0.945	0.583	1.620	1.401	5.000	0.280
0.356	0.500	0.713	0.945	0.583	1.620	1.401	5.000	0.280
0.356	0.500	0.713	0.945	0.583	1.620	1.401	5.000	0.280
0.356	0.500	0.713	0.945	0.583	1.620	1.401	5.000	0.280
0.356	0.500	0.713	0.911	0.583	1.562	1.401	5.000	0.280
0.368	0.500	0.736	0.911	0.583	1.562	1.401	5.000	0.280

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida vaciado de concreto para dintel.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP
0.019	0.125	0.150	0.070	0.250	0.280	0.101	0.391	0.259
0.019	0.125	0.150	0.070	0.250	0.280	0.101	0.391	0.259
0.019	0.125	0.155	0.070	0.250	0.280	0.101	0.391	0.259
0.019	0.125	0.150	0.070	0.250	0.280	0.101	0.391	0.259
0.019	0.125	0.150	0.068	0.250	0.270	0.101	0.391	0.259
0.019	0.125	0.150	0.068	0.250	0.270	0.101	0.391	0.259
0.019	0.125	0.155	0.070	0.250	0.280	0.101	0.391	0.259
0.019	0.125	0.155	0.070	0.250	0.280	0.101	0.391	0.259
0.019	0.125	0.155	0.068	0.250	0.270	0.101	0.391	0.259
0.020	0.125	0.160	0.068	0.250	0.270	0.101	0.391	0.259
0.019	0.125	0.150	0.068	0.250	0.270	0.101	0.391	0.259
0.019	0.125	0.155	0.070	0.250	0.280	0.101	0.391	0.259

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP
0.500	0.400	1.250	0.500	0.625	0.800	0.438		0.854
0.500	0.400	1.250	0.500	0.625	0.800	0.438		0.854

0.500	0.400	1.250	0.500	0.625	0.800	0.438	0.854
0.375	0.400	0.938	0.438	0.625	0.700	0.438	0.854
0.375	0.400	0.938	0.438	0.625	0.700	0.438	0.854
0.500	0.400	1.250	0.438	0.625	0.700	0.438	0.854
0.375	0.400	0.938	0.438	0.625	0.700	0.438	0.854
0.375	0.400	0.938	0.438	0.625	0.700	0.438	0.854
0.438	0.400	1.094	0.375	0.625	0.600	0.438	0.854
0.438	0.400	1.094	0.375	0.625	0.600	0.438	0.854
0.438	0.400	1.094	0.438	0.625	0.700	0.438	0.854
0.438	0.400	1.094	0.500	0.625	0.800	0.438	0.854

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 83

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP
0.125	0.400	0.313	0.250	0.313	0.800	0.188		0.526
0.156	0.400	0.391	0.250	0.313	0.800	0.188		0.526
0.188	0.400	0.469	0.250	0.313	0.800	0.188		0.526
0.188	0.400	0.469	0.250	0.313	0.800	0.188		0.526
0.188	0.400	0.469	0.250	0.313	0.800	0.188		0.526
0.188	0.400	0.469	0.188	0.313	0.600	0.188		0.526
0.188	0.400	0.469	0.188	0.313	0.600	0.188		0.526
0.188	0.400	0.469	0.188	0.313	0.600	0.188		0.526
0.188	0.400	0.469	0.188	0.313	0.600	0.188		0.526
0.188	0.400	0.469	0.188	0.313	0.600	0.188		0.526
0.188	0.400	0.469	0.188	0.313	0.600	0.188		0.526
0.188	0.400	0.469	0.188	0.313	0.600	0.188		0.526
0.188	0.400	0.469	0.188	0.313	0.600	0.188		0.526

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP
1.375	0.400	3.438	1.375		1.667	3.000	1.250	2.400
1.250	0.400	3.125	1.500		1.818	3.000	1.250	2.400
1.250	0.400	3.125	1.375		1.667	3.000	1.250	2.400
1.250	0.400	3.125	1.375		1.667	3.000	1.250	2.400
1.375	0.400	3.438	1.500		1.818	3.000	1.250	2.400
1.500	0.400	3.750	1.500		1.818	3.000	1.250	2.400
1.500	0.400	3.750	1.500		1.818	3.000	1.250	2.400
1.500	0.400	3.750	1.500		1.818	3.000	1.250	2.400
1.375	0.400	3.438	1.500		1.818	3.000	1.250	2.400
1.375	0.400	3.438	1.500		1.818	3.000	1.250	2.400
1.375	0.400	3.438	1.500		1.818	3.000	1.250	2.400

1.375 0.400 3.438 1.500 1.818 3.000 1.250 2.400

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 85

Resultados de Índices de productividad I real de la partida instalación de aparatos sanitarios.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP
0.750	0.250	3.000	0.750	0.313	2.400	0.750	0.500	1.500
0.750	0.250	3.000	0.750	0.313	2.400	0.750	0.500	1.500
0.719	0.250	2.875	0.750	0.313	2.400	0.750	0.500	1.500
0.719	0.250	2.875	0.781	0.313	2.500	0.750	0.500	1.500
0.719	0.250	2.875	0.750	0.313	2.400	0.750	0.500	1.500
0.719	0.250	2.875	0.750	0.313	2.400	0.750	0.500	1.500
0.719	0.250	2.875	0.750	0.313	2.400	0.750	0.500	1.500
0.719	0.250	2.875	0.750	0.313	2.400	0.750	0.500	1.500
0.719	0.250	2.875	0.781	0.313	2.500	0.750	0.500	1.500
0.719	0.250	2.875	0.781	0.313	2.500	0.750	0.500	1.500
0.719	0.250	2.875	0.781	0.313	2.500	0.750	0.500	1.500
0.719	0.250	2.875	0.781	0.313	2.500	0.750	0.500	1.500

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 86

Resultados de Índices de productividad I real de la partida instalación de luz en techo incluye cableado

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (pto/hh)	P inicial (pto/hh)	IP	P1 real (pto/hh)	P inicial (pto/hh)	IP	P1 real (pto/hh)	P inicial (pto/hh)	IP
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200
-	-	-	-	-	-	1.500	1.250	1.200

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 87

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (pto/hh)	P inicial (pto/hh)	IP	P1 real (pto/hh)	P inicial (pto/hh)	IP	P1 real (pto/hh)	P inicial (pto/hh)	IP
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800
-	-	-	-	-	-	1.500	1.875	0.800

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 88

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida instalación de puerta y ventana.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP
0.750	0.375	2.000	0.750	0.563	1.333	0.750	0.500	1.500
0.750	0.375	2.000	0.750	0.563	1.333	0.750	0.500	1.500
0.750	0.375	2.000	0.750	0.563	1.333	0.750	0.500	1.500
0.750	0.375	2.000	0.750	0.563	1.333	0.750	0.500	1.500
0.625	0.375	1.667	0.625	0.563	1.111	0.750	0.500	1.500
0.625	0.375	1.667	0.625	0.563	1.111	0.750	0.500	1.500
0.625	0.375	1.667	0.625	0.563	1.111	0.750	0.500	1.500
0.750	0.375	2.000	0.625	0.563	1.111	0.750	0.500	1.500
0.750	0.375	2.000	0.750	0.563	1.333	0.750	0.500	1.500
0.750	0.375	2.000	0.750	0.563	1.333	0.750	0.500	1.500
0.750	0.375	2.000	0.750	0.563	1.333	0.750	0.500	1.500
0.750	0.375	2.000	0.750	0.563	1.333	0.750	0.500	1.500
0.625	0.375	1.667	0.750	0.563	1.333	0.750	0.500	1.500

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 89

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida instalación de techo.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP
4.456	3.750	1.188	4.737	5.208	0.909	4.904	6.667	0.736
4.456	3.750	1.188	4.737	5.208	0.909	4.904	6.667	0.736
4.902	3.750	1.307	4.737	5.208	0.909	4.904	6.667	0.736
4.902	3.750	1.307	4.737	5.208	0.909	4.904	6.667	0.736

4.902	3.750	1.307	4.737	5.208	0.909	4.904	6.667	0.736
4.902	3.750	1.307	5.101	5.208	0.979	4.904	6.667	0.736
4.902	3.750	1.307	5.101	5.208	0.979	4.904	6.667	0.736
4.902	3.750	1.307	5.101	5.208	0.979	4.904	6.667	0.736
4.902	3.750	1.307	5.101	5.208	0.979	4.904	6.667	0.736
4.456	3.750	1.188	5.101	5.208	0.979	4.904	6.667	0.736
4.902	3.750	1.307	5.466	5.208	1.049	4.904	6.667	0.736
4.902	3.750	1.307	5.101	5.208	0.979	4.904	6.667	0.736

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 90

Resultados de Índices de productividad I real de la partida excavación para lavatorio.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP
0.338	0.438	0.771	0.360	0.500	0.720	0.240	0.500	0.480
0.315	0.438	0.720	0.360	0.500	0.720	0.240	0.500	0.480
0.315	0.438	0.720	0.360	0.500	0.720	0.240	0.500	0.480
0.315	0.438	0.720	0.360	0.500	0.720	0.240	0.500	0.480
0.315	0.438	0.720	0.338	0.500	0.675	0.240	0.500	0.480
0.338	0.438	0.771	0.338	0.500	0.675	0.240	0.500	0.480
0.338	0.438	0.771	0.338	0.500	0.675	0.240	0.500	0.480
0.360	0.438	0.823	0.338	0.500	0.675	0.240	0.500	0.480
0.383	0.438	0.874	0.315	0.500	0.630	0.240	0.500	0.480
0.383	0.438	0.874	0.315	0.500	0.630	0.240	0.500	0.480
0.383	0.438	0.874	0.315	0.500	0.630	0.240	0.500	0.480
0.360	0.438	0.823	0.338	0.500	0.675	0.240	0.500	0.480

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 91

Resultados de Índices de productividad I real de la partida habilitación de hacer para estructura de lavatorio.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (kg/hh)	P inicial (kg/hh)	IP	P1 real (kg/hh)	P inicial (kg/hh)	IP	P1 real (kg/hh)	P inicial (kg/hh)	IP
19.221	15.625	1.230	19.933	21.667	0.920	20.010	21.875	0.915
19.221	15.625	1.230	19.933	21.667	0.920	20.010	21.875	0.915
19.221	15.625	1.230	19.933	21.667	0.920	20.010	21.875	0.915
19.221	15.625	1.230	19.933	21.667	0.920	20.010	21.875	0.915
19.933	15.625	1.276	19.933	21.667	0.920	20.010	21.875	0.915
19.933	15.625	1.276	20.644	21.667	0.953	20.010	21.875	0.915
19.933	15.625	1.276	20.644	21.667	0.953	20.010	21.875	0.915
19.933	15.625	1.276	20.644	21.667	0.953	20.010	21.875	0.915
19.933	15.625	1.276	19.221	21.667	0.887	20.010	21.875	0.915
19.221	15.625	1.230	19.221	21.667	0.887	20.010	21.875	0.915
19.221	15.625	1.230	19.221	21.667	0.887	20.010	21.875	0.915
19.933	15.625	1.276	18.509	21.667	0.854	20.010	21.875	0.915

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 92

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP
0.621	0.500	1.243	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.621	0.500	1.243	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.932	0.500	1.864	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.932	0.500	1.864	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.932	0.500	1.864	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.621	0.500	1.243	0.932	0.667	1.398	0.781	0.750	1.041
0.621	0.500	1.243	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.621	0.500	1.243	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.621	0.500	1.243	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.621	0.500	1.243	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.621	0.500	1.243	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.621	0.500	1.243	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.621	0.500	1.243	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041
0.621	0.500	1.243	0.621	0.667	0.932	0.781	0.750	1.041

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 93

*Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida vaciado de concreto
F'c=175kg/cm2.*

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP
0.055	0.156	0.352	0.055	0.313	0.176	0.099	0.125	0.793
0.055	0.156	0.352	0.055	0.313	0.176	0.099	0.125	0.793
0.055	0.156	0.352	0.055	0.313	0.176	0.099	0.125	0.793
0.055	0.156	0.352	0.055	0.313	0.176	0.099	0.125	0.793
0.050	0.156	0.323	0.055	0.313	0.176	0.099	0.125	0.793
0.050	0.156	0.323	0.064	0.313	0.205	0.099	0.125	0.793
0.050	0.156	0.323	0.073	0.313	0.235	0.099	0.125	0.793
0.055	0.156	0.352	0.064	0.313	0.205	0.099	0.125	0.793
0.046	0.156	0.293	0.064	0.313	0.205	0.099	0.125	0.793
0.046	0.156	0.293	0.064	0.313	0.205	0.099	0.125	0.793
0.046	0.156	0.293	0.064	0.313	0.205	0.099	0.125	0.793
0.046	0.156	0.293	0.064	0.313	0.205	0.099	0.125	0.793
0.055	0.156	0.352	0.073	0.313	0.235	0.099	0.125	0.793

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 94

Resultados de Índices de productividad 1 real de la partida tarrajeo en interior en ubs.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP
0.548	0.750	0.730	0.499	0.713	0.700	0.609	0.833	0.731

0.657	0.750	0.876	0.499	0.713	0.700	0.609	0.833	0.731
0.548	0.750	0.730	0.499	0.713	0.700	0.609	0.833	0.731
0.548	0.750	0.730	0.499	0.713	0.700	0.609	0.833	0.731
0.548	0.750	0.730	0.499	0.713	0.700	0.609	0.833	0.731
0.548	0.750	0.730	0.599	0.713	0.840	0.609	0.833	0.731
0.657	0.750	0.876	0.599	0.713	0.840	0.609	0.833	0.731
0.657	0.750	0.876	0.499	0.713	0.700	0.609	0.833	0.731
0.657	0.750	0.876	0.599	0.713	0.840	0.609	0.833	0.731
0.548	0.750	0.730	0.499	0.713	0.700	0.609	0.833	0.731
0.548	0.750	0.730	0.499	0.713	0.700	0.609	0.833	0.731
0.548	0.750	0.730	0.599	0.713	0.840	0.609	0.833	0.731

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 95

Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto para piso.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP
0.811	0.500	1.623	0.655	1.111	0.590	0.824	0.909	0.906
0.811	0.500	1.623	0.655	1.111	0.590	0.824	0.909	0.906
0.811	0.500	1.623	0.546	1.111	0.491	0.824	0.909	0.906
0.811	0.500	1.623	0.655	1.111	0.590	0.824	0.909	0.906
0.811	0.500	1.623	0.655	1.111	0.590	0.824	0.909	0.906
0.541	0.500	1.082	0.655	1.111	0.590	0.824	0.909	0.906
0.676	0.500	1.352	0.655	1.111	0.590	0.824	0.909	0.906
0.541	0.500	1.082	0.655	1.111	0.590	0.824	0.909	0.906
0.676	0.500	1.352	0.655	1.111	0.590	0.824	0.909	0.906
0.676	0.500	1.352	0.655	1.111	0.590	0.824	0.909	0.906
0.676	0.500	1.352	0.546	1.111	0.491	0.824	0.909	0.906
0.676	0.500	1.352	0.655	1.111	0.590	0.824	0.909	0.906

Fuente: Elaboración propia

Tabla 96

Datos de producción 1 real de la partida pintura en muros interiores.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP
4.380	4.750	0.922	6.987	0.875	7.985	6.804	7.500	0.907
6.570	4.750	1.383	6.987	0.875	7.985	6.804	7.500	0.907
6.570	4.750	1.383	6.987	0.875	7.985	6.804	7.500	0.907
6.570	4.750	1.383	5.989	0.875	6.844	6.804	7.500	0.907
6.570	4.750	1.383	5.989	0.875	6.844	6.804	7.500	0.907
6.570	4.750	1.383	5.989	0.875	6.844	6.804	7.500	0.907
6.570	4.750	1.383	5.070	0.875	5.795	6.804	7.500	0.907
6.570	4.750	1.383	5.989	0.875	6.844	6.804	7.500	0.907
6.570	4.750	1.383	6.987	0.875	7.985	6.804	7.500	0.907
6.570	4.750	1.383	5.989	0.875	6.844	6.804	7.500	0.907
7.665	4.750	1.614	5.989	0.875	6.844	6.804	7.500	0.907
7.665	4.750	1.614	5.989	0.875	6.844	6.804	7.500	0.907

Fuente: Elaboración propia

Tabla 97

Datos de producción 1 real de la partida excavación para biodigestor.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP
0.398	0.438	0.909	0.530	0.500	1.060	0.386	0.500	0.772
0.398	0.438	0.909	0.530	0.500	1.060	0.386	0.500	0.772
0.398	0.438	0.909	0.530	0.500	1.060	0.386	0.500	0.772
0.398	0.438	0.909	0.530	0.500	1.060	0.386	0.500	0.772
0.424	0.438	0.969	0.530	0.500	1.060	0.386	0.500	0.772
0.398	0.438	0.909	0.530	0.500	1.060	0.386	0.500	0.772
0.424	0.438	0.969	0.424	0.500	0.848	0.386	0.500	0.772
0.424	0.438	0.969	0.424	0.500	0.848	0.386	0.500	0.772
0.398	0.438	0.909	0.424	0.500	0.848	0.386	0.500	0.772
0.398	0.438	0.909	0.424	0.500	0.848	0.386	0.500	0.772
0.530	0.438	1.211	0.445	0.500	0.890	0.386	0.500	0.772
0.530	0.438	1.211	0.530	0.500	1.060	0.386	0.500	0.772

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98

Datos de producción 1 real de la partida nivelado y compactado.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP
11.900	7.188	1.656	11.560	8.594	1.345	14.156	10.000	1.416
11.900	7.188	1.656	11.560	8.594	1.345	14.156	10.000	1.416
11.900	7.188	1.656	11.560	8.594	1.345	14.156	10.000	1.416
11.900	7.188	1.656	11.220	8.594	1.306	14.156	10.000	1.416
11.560	7.188	1.608	11.220	8.594	1.306	14.156	10.000	1.416
11.220	7.188	1.561	11.220	8.594	1.306	14.156	10.000	1.416
11.900	7.188	1.656	11.220	8.594	1.306	14.156	10.000	1.416
11.220	7.188	1.561	11.220	8.594	1.306	14.156	10.000	1.416
11.900	7.188	1.656	11.900	8.594	1.385	14.156	10.000	1.416
11.900	7.188	1.656	11.560	8.594	1.345	14.156	10.000	1.416
11.900	7.188	1.656	11.900	8.594	1.385	14.156	10.000	1.416
11.220	7.188	1.561	11.900	8.594	1.385	14.156	10.000	1.416

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99

Datos de producción 1 real de la partida relleno con material propio.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP
1.403	0.875	1.603	1.169	0.813	1.438	1.122	0.750	1.496
1.403	0.875	1.603	1.169	0.813	1.438	1.122	0.750	1.496
1.403	0.875	1.603	1.169	0.813	1.438	1.122	0.750	1.496
1.403	0.875	1.603	1.169	0.813	1.438	1.122	0.750	1.496

1.403	0.875	1.603	1.169	0.813	1.438	1.122	0.750	1.496
1.169	0.875	1.336	1.169	0.813	1.438	1.122	0.750	1.496
1.169	0.875	1.336	0.935	0.813	1.151	1.122	0.750	1.496
1.169	0.875	1.336	1.169	0.813	1.438	1.122	0.750	1.496
1.169	0.875	1.336	0.935	0.813	1.151	1.122	0.750	1.496
1.169	0.875	1.336	1.169	0.813	1.438	1.122	0.750	1.496
1.403	0.875	1.603	0.935	0.813	1.151	1.122	0.750	1.496
1.403	0.875	1.603	0.935	0.813	1.151	1.122	0.750	1.496

Fuente: Elaboración propia

Tabla 100

Datos de producción I real de la partida instalación de biodigestor.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP
0.208	0.250	0.833	0.208	0.250	0.833	0.167	0.156	1.067
0.208	0.250	0.833	0.208	0.250	0.833	0.167	0.156	1.067
0.167	0.250	0.667	0.208	0.250	0.833	0.167	0.156	1.067
0.208	0.250	0.833	0.208	0.250	0.833	0.167	0.156	1.067
0.208	0.250	0.833	0.208	0.250	0.833	0.167	0.156	1.067
0.208	0.250	0.833	0.167	0.250	0.667	0.167	0.156	1.067
0.167	0.250	0.667	0.167	0.250	0.667	0.167	0.156	1.067
0.167	0.250	0.667	0.167	0.250	0.667	0.167	0.156	1.067
0.167	0.250	0.667	0.167	0.250	0.667	0.167	0.156	1.067
0.167	0.250	0.667	0.167	0.250	0.667	0.167	0.156	1.067
0.208	0.250	0.833	0.208	0.250	0.833	0.167	0.156	1.067
0.208	0.250	0.833	0.208	0.250	0.833	0.167	0.156	1.067

Fuente: Elaboración propia

Tabla 101

Datos de producción I real de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP	P1 real (m2/hh)	P inicial (m2/hh)	IP
1.575	0.500	3.150	1.250	0.583	2.143	2.171	7.500	0.290
1.575	0.500	3.150	1.250	0.583	2.143	2.171	7.500	0.290
1.575	0.500	3.150	1.250	0.583	2.143	2.171	7.500	0.290
1.575	0.500	3.150	1.500	0.583	2.571	2.171	7.500	0.290
1.575	0.500	3.150	1.250	0.583	2.143	2.171	7.500	0.290
1.575	0.500	3.150	1.250	0.583	2.143	2.171	7.500	0.290
1.575	0.500	3.150	1.250	0.583	2.143	2.171	7.500	0.290
1.890	0.500	3.780	1.250	0.583	2.143	2.171	7.500	0.290
1.575	0.500	3.150	1.250	0.583	2.143	2.171	7.500	0.290
1.575	0.500	3.150	1.500	0.583	2.571	2.171	7.500	0.290
1.890	0.500	3.780	1.500	0.583	2.571	2.171	7.500	0.290
1.575	0.500	3.150	1.500	0.583	2.571	2.171	7.500	0.290

Fuente: Elaboración propia

Tabla 102

Datos de producción 1 real de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP	P1 real (m3/hh)	P inicial (m3/hh)	IP
0.150	0.136	1.100	0.105	0.250	0.420	0.158	0.391	0.405
0.150	0.136	1.100	0.114	0.250	0.455	0.158	0.391	0.405
0.150	0.136	1.100	0.114	0.250	0.455	0.158	0.391	0.405
0.150	0.136	1.100	0.114	0.250	0.455	0.158	0.391	0.405
0.125	0.136	0.917	0.123	0.250	0.490	0.158	0.391	0.405
0.150	0.136	1.100	0.123	0.250	0.490	0.158	0.391	0.405
0.150	0.136	1.100	0.123	0.250	0.490	0.158	0.391	0.405
0.150	0.136	1.100	0.114	0.250	0.455	0.158	0.391	0.405
0.150	0.136	1.100	0.123	0.250	0.490	0.158	0.391	0.405
0.150	0.136	1.100	0.123	0.250	0.490	0.158	0.391	0.405
0.150	0.136	1.100	0.123	0.250	0.490	0.158	0.391	0.405
0.150	0.136	1.100	0.123	0.250	0.490	0.158	0.391	0.405

Fuente: Elaboración propia

Tabla 103

Datos de producción 1 real de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (kg/hh)	P inicial (kg/hh)	IP	P1 real (kg/hh)	P inicial (kg/hh)	IP	P1 real (kg/hh)	P inicial (kg/hh)	IP
13.168	15.625	0.843	12.595	21.667	0.581	14.260	21.875	0.652
12.023	15.625	0.769	12.595	21.667	0.581	14.260	21.875	0.652
12.023	15.625	0.769	12.595	21.667	0.581	14.260	21.875	0.652
12.595	15.625	0.806	13.168	21.667	0.608	14.260	21.875	0.652
12.023	15.625	0.769	13.740	21.667	0.634	14.260	21.875	0.652
12.595	15.625	0.806	13.168	21.667	0.608	14.260	21.875	0.652
12.595	15.625	0.806	13.168	21.667	0.608	14.260	21.875	0.652
12.595	15.625	0.806	13.168	21.667	0.608	14.260	21.875	0.652
12.595	15.625	0.806	12.023	21.667	0.555	14.260	21.875	0.652
12.023	15.625	0.769	12.595	21.667	0.581	14.260	21.875	0.652
12.023	15.625	0.769	13.168	21.667	0.608	14.260	21.875	0.652
12.595	15.625	0.806	13.168	21.667	0.608	14.260	21.875	0.652

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104

Datos de producción I real de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.

Proyecto A			Proyecto B			Proyecto C		
P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP	P1 real (und/hh)	P inicial (und/hh)	IP
1.250	0.400	3.125	1.375	1.250	1.100	1.375	0.825	1.667
1.250	0.400	3.125	1.375	1.250	1.100	1.375	0.825	1.667
1.375	0.400	3.438	1.375	1.250	1.100	1.375	0.825	1.667
1.250	0.400	3.125	1.250	1.250	1.000	1.375	0.825	1.667
1.375	0.400	3.438	1.250	1.250	1.000	1.375	0.825	1.667
1.375	0.400	3.438	1.250	1.250	1.000	1.375	0.825	1.667
1.375	0.400	3.438	1.125	1.250	0.900	1.375	0.825	1.667
1.375	0.400	3.438	1.250	1.250	1.000	1.375	0.825	1.667
1.500	0.400	3.750	1.375	1.250	1.100	1.375	0.825	1.667
1.500	0.400	3.750	1.375	1.250	1.100	1.375	0.825	1.667
1.375	0.400	3.438	1.125	1.250	0.900	1.375	0.825	1.667
1.375	0.400	3.438	1.375	1.250	1.100	1.375	0.825	1.667

Fuente: Elaboración propia

Anexo C. Recolección de datos de producción con la aplicación de lean construction en el proyecto C.

Tabla 105

Datos de producción 2real de la partida trazo y replanteo para UBS.

Día	PROYECTO		C
	Produccion (m2)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	341.04	8	2
02	341.04	8	2
03	341.04	8	2
04	341.04	8	2
05	341.04	8	2
06	341.04	8	2
07	349.16	8	2
08	341.04	8	2
09	341.04	8	2
10	341.04	8	2
11	341.04	8	2
12	341.04	8	2
Total	4100.60	96.00	24.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 8 y 9 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 106

Datos de producción 2real de la partida excavación para cimiento.

Día	PROYECTO		C
	Produccion (m3)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	5.46	8	1.5
02	4.55	8	1.5
03	5.46	8	1.5
04	5.46	8	1.5
05	5.46	8	1.5
06	5.46	8	1.5
07	5.46	8	1.5
08	5.46	8	1.5
09	5.46	8	1.5
10	6.37	8	1.5
11	5.46	8	1.5
12	5.46	8	1.5
Total	65.52	96.00	18.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 26 y 27 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 107

Datos de producción 2real de la partida eliminación de material excedente.

Día	PROYECTO		C
	Produccion (m3)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	5.16	8	0.46
02	5.16	8	0.46

03	5.16	8	0.46
04	5.16	8	0.46
05	5.16	8	0.46
06	5.16	8	0.46
07	5.16	8	0.46
08	5.16	8	0.46
09	6.02	8	0.46
10	6.02	8	0.46
11	5.16	8	0.46
12	5.16	8	0.46
Total	63.64	96.00	5.52

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 17, 18 y 19 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 108

Datos de producción 2real de la partida vaciado de cemento corrido.

Dia	PROYECTO C		
	Produccion (m3)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	4.76	8	1.5
02	4.08	8	1.5
03	4.08	8	1.5
04	4.08	8	1.5
05	4.08	8	1.5
06	4.08	8	1.5
07	4.08	8	1.5
08	4.08	8	1.5
09	4.08	8	1.5
10	4.08	8	1.5
11	4.08	8	1.5
12	4.08	8	1.5
Total	49.64	96.00	18.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 9 y 10 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 109

Datos de producción 2real de la partida encofrado y desencofrado para sobrecimiento.

Dia	PROYECTO C		
	Produccion (m2)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	33.36	8	2
02	33.36	8	2
03	27.80	8	2
04	38.92	8	2
05	33.36	8	2
06	33.36	8	2
07	33.36	8	2

08	33.36	8	2
09	33.36	8	2
10	33.36	8	2
11	33.36	8	2
12	33.36	8	2
Total	400.32	96.00	24.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 9 y 10 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 110

Datos de producción 2real de la partida vaciado de concreto para sobrecimiento.

Dia	PROYECTO		C
	Produccion (m3)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	2.87	8	1
02	2.87	8	1
03	2.46	8	1
04	2.46	8	1
05	2.46	8	1
06	2.46	8	1
07	2.46	8	1
08	2.46	8	1
09	2.46	8	1
10	2.46	8	1
11	2.46	8	1
12	2.46	8	1
Total	30.34	96.00	12.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 8 y 9 del primer sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 111

Datos de producción 2real de la partida asentado de muro caravista.

Dia	PROYECTO		C
	Produccion (m2)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	80.76	8	12
02	107.68	8	12
03	107.68	8	12
04	80.76	8	12
05	80.76	8	12
06	80.76	8	12
07	94.22	8	12
08	94.22	8	12
09	80.76	8	12
10	94.22	8	12
11	94.22	8	12
12	107.68	8	12
Total	1103.72	96.00	144.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 26 y 27 del tercer sector.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 112

Datos de producción 2real de la partida encofrado y desencofrado para viga dintel.

Día	PROYECTO		C
	Produccion (m2)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	4.98	8	0.25
02	4.98	8	0.25
03	4.98	8	0.25
04	5.81	8	0.25
05	4.98	8	0.25
06	4.98	8	0.25
07	4.98	8	0.25
08	4.98	8	0.25
09	4.98	8	0.25
10	4.98	8	0.25
11	4.98	8	0.25
12	4.98	8	0.25
Total	60.59	96.00	3.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 28 y 29 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 113

Datos de producción 2real de la partida vaciado de concreto para dintel.

Día	PROYECTO		C
	Produccion (m3)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	0.42	8	0.25
02	0.36	8	0.25
03	0.36	8	0.25
04	0.36	8	0.25
05	0.36	8	0.25
06	0.36	8	0.25
07	0.36	8	0.25
08	0.36	8	0.25
09	0.36	8	0.25
10	0.36	8	0.25
11	0.36	8	0.25
12	0.36	8	0.25
Total	4.38	96.00	3.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 28 y 29 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 114

Datos de producción 2real de la partida instalación de tuberías y accesorios para desagüe.

Día	PROYECTO		C
	Produccion (und)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	6.00	8	1

02	6.00	8	1
03	5.00	8	1
04	6.00	8	1
05	6.00	8	1
06	6.00	8	1
07	6.00	8	1
08	6.00	8	1
09	6.00	8	1
10	6.00	8	1
11	6.00	8	1
12	6.00	8	1
Total	71.00	96.00	12.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 12 y 13 del primer sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 115
Datos de producción 2real de la partida instalación de tuberías y accesorios para agua.

Dia	Produccion (und)	PROYECTO Tiempo (horas)	C Cuadrilla (hombre)
01	6.00	8	2
02	7.00	8	2
03	6.00	8	2
04	6.00	8	2
05	6.00	8	2
06	6.00	8	2
07	6.00	8	2
08	6.00	8	2
09	6.00	8	2
10	6.00	8	2
11	6.00	8	2
12	6.00	8	2
Total	73.00	96.00	24.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 24 y 25 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 116
Datos de producción 2real de la partida suministro e instalación de accesorios de ducha.

Dia	Produccion (und)	PROYECTO Tiempo (horas)	C Cuadrilla (hombre)
01	12.00	8	0.5
02	10.00	8	0.5
03	12.00	8	0.5
04	12.00	8	0.5
05	14.00	8	0.5
06	14.00	8	0.5
07	12.00	8	0.5

08	12.00	8	0.5
09	12.00	8	0.5
10	12.00	8	0.5
11	12.00	8	0.5
12	12.00	8	0.5
Total	146.00	96.00	6.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 25 y 26 del tercer sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 117

Datos de producción 2real de la partida instalación de aparatos sanitarios.

Dia	PROYECTO		C
	Produccion (und)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	6.00	8	0.5
02	6.00	8	0.5
03	6.00	8	0.5
04	6.00	8	0.5
05	6.00	8	0.5
06	7.00	8	0.5
07	6.00	8	0.5
08	6.00	8	0.5
09	6.00	8	0.5
10	5.00	8	0.5
11	6.00	8	0.5
12	6.00	8	0.5
Total	72.00	96.00	6.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 12 y 13 del primer sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 118

Datos de producción 2real de la partida instalación de luz en techo incluye cableado.

Dia	PROYECTO		C
	Produccion (pto)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	18.00	8	1.5
02	18.00	8	1.5
03	18.00	8	1.5
04	18.00	8	1.5
05	15.00	8	1.5
06	21.00	8	1.5
07	18.00	8	1.5
08	21.00	8	1.5
09	21.00	8	1.5
10	18.00	8	1.5
11	18.00	8	1.5
12	18.00	8	1.5
Total	222.00	96.00	18.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 12 y 13 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 119

Datos de producción 2real de la partida salida de tomacorriente bipolar simple.

Día	PROYECTO		C
	Produccion (pto)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	21.00	8	1.5
02	18.00	8	1.5
03	18.00	8	1.5
04	18.00	8	1.5
05	15.00	8	1.5
06	18.00	8	1.5
07	18.00	8	1.5
08	18.00	8	1.5
09	18.00	8	1.5
10	18.00	8	1.5
11	18.00	8	1.5
12	18.00	8	1.5
Total	216.00	96.00	18.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 31 y 32 del tercer sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 120

Datos de producción 2real de la partida instalación de puerta y ventana.

Día	PROYECTO		C
	Produccion (und)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	12.00	8	2
02	12.00	8	2
03	12.00	8	2
04	12.00	8	2
05	10.00	8	2
06	10.00	8	2
07	14.00	8	2
08	14.00	8	2
09	14.00	8	2
10	12.00	8	2
11	12.00	8	2
12	12.00	8	2
Total	146.00	96.00	24.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 24 y 25 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 121

Datos de producción 2real de la partida instalación de techo.

Día	PROYECTO		C
	Produccion (m2)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	36.78	8	0.5
02	36.78	8	0.5
03	36.78	8	0.5
04	30.65	8	0.5

05	36.78	8	0.5
06	36.78	8	0.5
07	36.78	8	0.5
08	36.78	8	0.5
09	36.78	8	0.5
10	36.78	8	0.5
11	36.78	8	0.5
12	36.78	8	0.5
Total	435.23	96.00	6.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 5 y 6 del primer sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 122

Datos de producción 2real de la partida excavación para lavatorio.

Dia	Produccion (m3)	PROYECTO	C
		Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	0.72	8	0.38
02	0.72	8	0.38
03	0.72	8	0.38
04	0.72	8	0.38
05	0.72	8	0.38
06	0.72	8	0.38
07	0.72	8	0.38
08	0.72	8	0.38
09	0.72	8	0.38
10	0.72	8	0.38
11	0.84	8	0.38
12	0.84	8	0.38
Total	8.88	96.00	4.56

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 31 y 32 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 123

Datos de producción 2real de la partida habilitación de acero para estructura de lavatorio.

Dia	Produccion (kg)	PROYECTO	C
		Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	309.12	8	1.5
02	309.12	8	1.5
03	298.08	8	1.5
04	309.12	8	1.5
05	320.16	8	1.5
06	309.12	8	1.5
07	309.12	8	1.5
08	309.12	8	1.5
09	309.12	8	1.5
10	309.12	8	1.5
11	309.12	8	1.5

12	309.12	8	1.5
Total	3709.44	96.00	18.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 13 y 14 del tercer sector.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 124

Datos de producción 2real de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

Día	Produccion (m2)	PROYECTO C	
		Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	21.42	8	3
02	21.42	8	3
03	24.99	8	3
04	21.42	8	3
05	21.42	8	3
06	21.42	8	3
07	21.42	8	3
08	21.42	8	3
09	21.42	8	3
10	21.42	8	3
11	21.42	8	3
12	21.42	8	3
Total	260.61	96.00	36.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 9 y 10 del primer sector.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 125

Datos de producción 2real de la partida encofrado y desencofrado para lavatorio.

Día	Produccion (m3)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	1.02	8	1
02	1.02	8	1
03	1.02	8	1
04	1.02	8	1
05	1.02	8	1
06	1.02	8	1
07	1.02	8	1
08	1.02	8	1
09	1.02	8	1
10	1.02	8	1
11	1.02	8	1
12	1.02	8	1
Total	12.24	96.00	12.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 13 y 14 del tercer sector.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 126

Datos de producción 2real de la partida tarrajeo en interior en ubs

Día	Produccion (m2)	PROYECTO C	
		Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	110.34	8	18

02	110.34	8	18
03	128.73	8	18
04	110.34	8	18
05	110.34	8	18
06	110.34	8	18
07	110.34	8	18
08	110.34	8	18
09	110.34	8	18
10	110.34	8	18
11	110.34	8	18
12	110.34	8	18
Total	1342.47	96.00	216.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 12 y 13 del primer sector.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 127

Datos de producción 2real de la partida vaciado de concreto para piso.

Dia	PROYECTO		C
	Produccion (m2)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	30.42	8	3
02	30.42	8	3
03	30.42	8	3
04	25.35	8	3
05	25.35	8	3
06	25.35	8	3
07	25.35	8	3
08	25.35	8	3
09	25.35	8	3
10	25.35	8	3
11	25.35	8	3
12	25.35	8	3
Total	319.41	96.00	36.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 10 y 11 del primer sector.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 128

Datos de producción 2real de la partida pintura en muros interiores.

Dia	PROYECTO		C
	Produccion (m2)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	128.73	8	2
02	110.34	8	2
03	110.34	8	2
04	110.34	8	2
05	110.34	8	2
06	110.34	8	2
07	110.34	8	2
08	91.95	8	2
09	110.34	8	2

10	110.34	8	2
11	110.34	8	2
12	110.34	8	2
Total	1324.08	96.00	24.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 8 y 9 del primer sector.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 129

Datos de producción 2real de la partida excavación para biodigestor.

Dia	PROYECTO		C
	Produccion (m3)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	20.58	8	6
02	20.58	8	6
03	17.15	8	6
04	20.58	8	6
05	20.58	8	6
06	20.58	8	6
07	20.58	8	6
08	20.58	8	6
09	20.58	8	6
10	20.58	8	6
11	20.58	8	6
12	20.58	8	6
Total	243.53	96.00	72.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 5 y 6 del primer sector.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 130

Datos de producción 2real de la partida nivelado y compactado.

Dia	PROYECTO		C
	Produccion (m2)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	19.14	8	0.17
02	19.14	8	0.17
03	19.14	8	0.17
04	19.14	8	0.17
05	19.14	8	0.17
06	19.14	8	0.17
07	19.14	8	0.17
08	19.14	8	0.17
09	19.14	8	0.17
10	19.14	8	0.17
11	19.14	8	0.17
12	22.33	8	0.17
Total	232.87	96.00	2.04

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 12 y 13 del segundo sector.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 131

Datos de producción 2real de la partida relleno con material propio.

Dia	PROYECTO		C
	Produccion (m3)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	19.04	8	2
02	19.04	8	2
03	19.04	8	2
04	16.32	8	2
05	19.04	8	2
06	19.04	8	2
07	16.32	8	2
08	16.32	8	2
09	19.04	8	2
10	19.04	8	2
11	19.04	8	2
12	19.04	8	2
Total	220.32	96.00	24.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 12 y 13 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 132

Datos de producción 2real de la partida instalación de biodigestor.

Dia	PROYECTO		C
	Produccion (und)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	6.00	8	2
02	6.00	8	2
03	6.00	8	2
04	6.00	8	2
05	5.00	8	2
06	6.00	8	2
07	7.00	8	2
08	7.00	8	2
09	7.00	8	2
10	6.00	8	2
11	6.00	8	2
12	6.00	8	2
Total	74.00	96.00	24.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 11 y 12 del primer sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 133

Datos de producción 2real de la partida encofrado y desencofrado para caja de lodos.

Dia	PROYECTO		C
	Produccion (m2)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	20.16	8	1
02	20.16	8	1
03	20.16	8	1
04	20.16	8	1

05	20.16	8	1
06	20.16	8	1
07	20.16	8	1
08	16.80	8	1
09	20.16	8	1
10	20.16	8	1
11	20.16	8	1
12	20.16	8	1
Total	238.56	96.00	12.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 30 y 31 del tercer sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 134

Datos de producción 2real de la partida vaciado de concreto para caja de lodos.

Dia	PROYECTO C		
	Produccion (m3)	Tiempo (horas)	Cuadrilla (hombre)
01	1.38	8	1
02	1.38	8	1
03	1.38	8	1
04	1.15	8	1
05	1.38	8	1
06	1.38	8	1
07	1.38	8	1
08	1.38	8	1
09	1.38	8	1
10	1.38	8	1
11	1.38	8	1
12	1.38	8	1
Total	16.33	96.00	12.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 12 y 13 del primer sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 135

Datos de producción 2real de la partida habilitación de acero para tapa de caja de lodos.

Dia	Produccion (kg)	PROYECTO Tiempo (horas)	C Cuadrilla (hombre)
01	59.52	8	0.5
02	59.52	8	0.5
03	59.52	8	0.5
04	59.52	8	0.5
05	59.52	8	0.5
06	64.48	8	0.5
07	59.52	8	0.5
08	59.52	8	0.5
09	59.52	8	0.5
10	59.52	8	0.5
11	69.44	8	0.5
12	59.52	8	0.5
Total	729.12	96.00	6.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 11 y 12 del primer sector.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 136

Datos de producción 2real de la partida instalación de tuberías y accesorios p/percolación o infiltración.

Dia	Produccion (m2)	PROYECTO Tiempo (horas)	C Cuadrilla (hombre)
01	6.00	8	0.5
02	6.00	8	0.5
03	7.00	8	0.5
04	6.00	8	0.5
05	5.00	8	0.5
06	6.00	8	0.5
07	6.00	8	0.5
08	6.00	8	0.5
09	6.00	8	0.5
10	6.00	8	0.5
11	6.00	8	0.5
12	7.00	8	0.5
Total	73.00	96.00	6.00

Nota. - Estos datos son obtenidos del plan maestro, de las semanas 11 y 12 del segundo sector.
Fuente: Elaboración propia

Anexo D Validación de Instrumento



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Código

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Descripción : Ficha de recolección de datos de producción diaria, para determinar la productividad de las diferentes partidas en estudio, las mismas que componen el proceso constructivo de las unidades básicas de saneamiento (UBS).

Autor : Tito Ruben Mamani Zela

Proyecto :

Partida :

Día : **Fecha :** / / **Jornada Laboral :** 8 horas

Reporte Diario de Producción				
Ítem	Nombres y apellidos	Operario	Oficial	Peón
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				

PRODUCCIÓN (UBS/DÍA) :

CODIGO DE UBS EJECUTADOS :


Mg. HETIVAN ARTURO PINO COAGUIRA
 Ingeniero Estadístico e Informático
 CIR. 86937

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del especialista:
PINTO COAQUIRA HERNAN ARTURO
- 1.2. Nombre del instrumento evaluado:
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
- 1.3. Título del tema de investigación:
APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION PARA EL MEJORAMIENTO DE PRODUCTIVIDAD EN PROYECTOS DE SANEAMIENTO BÁSICO RURAL EJECUTADAS POR LA EMPRESA SICMA S.A.C. EN LA REGIÓN DE PUNO DURANTE LOS PERIODOS 2017 – 2019
- 1.4. Autor(a) del instrumento:
MAMANI ZELA, TITO RUBÉN

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

N°	Indicadores	Definición	SI	NO	OBSERVACIÓN
1	Claridad y precisión	Las preguntas están redactadas en forma clara y precisa, sin ambigüedades.	X		
2	Coherencia	Las preguntas guardan relación con la hipótesis, las variables e indicadores del proyecto.	X		
3	Validez	Las preguntas han sido redactadas teniendo en cuenta la validez de contenido y criterio.	X		
4	Organización	La estructura es adecuada. Comprende la presentación, agradecimiento, datos demográficos, instrucciones.	X		
5	Confiabilidad	El instrumento es confiable porque se aplicó el test-retest (piloto)		X	
6	Control de sesgo	Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas.	X		
7	Orden	Las preguntas y reactivos han sido redactadas utilizando la técnica de lo general a lo particular.	X		
8	Marco de Referencia	Las preguntas han sido redactadas de acuerdo al marco de referencia del encuestado: lenguaje, nivel de información.	X		
9	Extensión	El número de preguntas no es excesivo y está en relación a las variables, dimensiones e indicadores del problema.	X		
10	Inocuidad	Las preguntas no constituyen riesgo para el encuestado	X		

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el cuadro asociado)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado <input type="checkbox"/>	0 – 3
Observado <input type="checkbox"/>	4 – 7
Aprobado <input checked="" type="checkbox"/>	8 – 10

Lugar y fecha : Jullaca, 10 de diciembre de 2018.


Hernan Pinto Coaquira
 Ingeniero Estadístico e Informático
 CIP 86937

OPINIÓN TÉCNICA Nro. 01 - HAPC

Solicitante : TITO RUBÉN MAMANI ZELA

Del : HERNAN ARTURO PINTO COAQUIRA

Asunto : Observaciones sobre tema de muestreo en la investigación

A solicitud del interesado, se revisó el aspecto de muestreo en la investigación titulada: APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION PARA EL MEJORAMIENTO DE PRODUCTIVIDAD EN PROYECTOS DE SANEAMIENTO BÁSICO RURAL EJECUTADAS POR LA EMPRESA SICMA S.A.C. EN LA REGIÓN DE PUNO DURANTE LOS PERIODOS 2017 – 2019, y se realizó las siguientes recomendaciones.

1. La unidad de estudio en la investigación debe ser aquella persona u objeto a quien se solicitara o de quien se obtendrán los datos, para ello la recomendación es definir claramente a quien se estudiara y de quien se obtendrán los datos.
2. La cantidad de muestras debe estar relacionado a la cantidad de la Población en estudio, en el caso que la cantidad sea pequeña considerando la naturaleza de la investigación, es recomendable utilizar toda la población en estudio.
3. El tipo de muestreo a utilizar esta definido por el investigador, según la naturaleza de la investigación se debe considerar un Muestreo no probabilístico, porque las muestras no se seleccionan al azar. La selección de las muestras para la presente investigación podría ser de tipo Juicio de Expertos o por conveniencia, puesto que según el avance de los trabajos es que se tomó los datos.

Esas son las recomendaciones y sugerencias que se debería considerar en la presente investigación.



HERNAN ARTURO PINTO COAQUIRA
Ingeniero Estadístico e Informático
CIP. 86937

INSTRUMENTO PARA VALIDEZ DE CONTENIDO

(JUICIO DE EXPERTO)

El instrumento aplicado para la tesis titulada **Aplicación de herramientas Lean Construction para el mejoramiento de productividad en proyectos de saneamiento básico rural ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2017 – 2019**, tiene la finalidad de recabar la información de datos de producción, el mismo que será aplicado para las 32 partidas más incidentes que componen el proceso constructivo de las unidades básicas de saneamiento (UBS) del proyecto "Mejoramiento del servicio de saneamiento básico integral en los sectores de Quesñani, Chirihuaya y Apallani de la Comunidad de Quiaca Ayllu, Dist. de Sandia, Prov. de Sandia – Puno"; las cuales constituyen la muestra en estudio.

Instrucciones:

La recolección de datos de producción diario requiere la recabación exacta de datos para cada una de las partidas en estudio, a fin de cotejarlos de manera cuantitativa con los criterios propuestos a: **relevancia o congruencia con el contenido, claridad en la redacción, tendenciosa o sesgo en la formulación y dominio del contenido.**

Juez N° : 1 Nombres y apellidos del Juez : Juan Brayan Moscairo Chura
Institución o empresa donde labora : SICMA SAC
Cargo que desempeña : Residente de obra
Años de experiencia profesional o científica : 8 años como Ingeniero Civil


ING. JUAN B. MOSCAIRO CHURA
GERENTE PROYECTO
REG. CP N° 98330
DNI:

INSTRUMENTO PARA VALIDEZ DE CONTENIDO

(JUICIO DE EXPERTO)

El instrumento aplicado para la tesis titulada **Aplicación de herramientas Lean Construction para el mejoramiento de productividad en proyectos de saneamiento básico rural ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2017 – 2019**, tiene la finalidad de recabar la información de datos de producción, el mismo que será aplicado para las 32 partidas más incidentes que componen el proceso constructivo de las unidades básicas de saneamiento (UBS) del proyecto "Instalación de sistema de agua potable y disposición sanitaria de excretas en las Comunidades de Apissi, Pesquería y Pucamocco del Distrito de Arapa - Provincia de Azangaro – Puno"; las cuales constituyen la muestra en estudio.

Instrucciones:

La recolección de datos de producción diario requiere la recabación exacta de datos para cada una de las partidas en estudio, a fin de cotejarlos de manera cuantitativa con los criterios propuestos a: **relevancia o congruencia con el contenido, claridad en la redacción, tendenciosa o sesgo en la formulación y dominio del contenido.**

Juez N°: 2 Nombres y apellidos del Juez: Juan Breyen Moscairo Chura
Institución o empresa donde labora: SICMA S.A.C.
Cargo que desempeña: Residente de Obra
Años de experiencia profesional o científica: 11 años como Ingeniero Civil

SICMA S.A.C.

ING. JUAN B. MOSCAIRO CHURA
GERENTE DE PROYECTO
RUC 201010100000000000
DNI:

INSTRUMENTO PARA VALIDEZ DE CONTENIDO

(JUICIO DE EXPERTO)

El instrumento aplicado para la tesis titulada Aplicación de herramientas Lean Construction para el mejoramiento de productividad en proyectos de saneamiento básico rural ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2017 – 2019, tiene la finalidad de recabar la información de datos de producción, el mismo que será aplicado para las 32 partidas más incidentes que componen el proceso constructivo de las unidades básicas de saneamiento (UBS) del proyecto "Instalación del sistema familiar de tratamiento de aguas residuales sanitarias en las Comunidades y Parcialidades de las Zonas: Jorge basadre y Lago del Distrito de Huancane - Huancane – Puno"; las cuales constituyen la muestra en estudio.

Instrucciones:

La recolección de datos de producción diario requiere la recabación exacta de datos para cada una de las partidas en estudio, a fin de cotejarlos de manera cuantitativa con los criterios propuestos a: relevancia o congruencia con el contenido, claridad en la redacción, tendenciosa o sesgo en la formulación y dominio del contenido.

Juez N°: 3 Nombres y apellidos del Juez: Roger Cayo Salluca
Institución o empresa donde labora: SICMA S.A.C.
Cargo que desempeña: Residente de Obra
Años de experiencia profesional o científica: 12 años como Ingeniero Civil


Ing. Roger Cayo Salluca
RESIDENTE DE OBRA
Reg. CIP. 98244

Firma
DNI: 02416356

Anexo E Resultados de la aplicación de Carta Balance.

Anexo F. Resultados de la implementación de Last Planner System.

RESUMEN DE PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - PPC													
CODIGO DE PROYECTO: Proyecto_Saneamiento_Huancane		NOMBRE DEL PROYECTO: "INSTALACION DEL SISTEMA FAMILIAR DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANITARIAS EN LAS COMUNIDADES Y PARCIALIDADES DE LAS ZONAS: JORGE BASADRE Y LAGO DEL DISTRITO DE HUANCANE - HUANCANE - PUNO"								COMPONENTE: UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO			
UBICACION: JORGE BASADRE - ZONA LAGO		CLIENTE: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANCANE			EJECUTOR: CONSORCIO BASADRE			AREA: OFICINA TECNICA		FECHA:			
ITEM	SEMANAS	ACTIVIDADES CUMPLIDAS	ACTIVIDADES NO CUMPLIDAS	PPC SEMANAL	PPC ACUMULADOS	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO							
						INFORMACION	ACTIVIDADES PRECEDENTES	EQUIPOS	MANO DE OBRA	MATERIALES	ESPACIO	CONDICIONES CLIMATICAS	APROBACION
1	SEMANA 1	0.00	2.00	0%	0%				1	1			
2	SEMANA 2	2.00	3.00	40%	29%	1			1	1			
3	SEMANA 3	6.00	5.00	55%	44%	1			1	1	1		
4	SEMANA 4	12.00	13.00	48%	38%	2	1		1	2	1	2	
5	SEMANA 5	15.00	17.00	47%	42%	1	1	2	1	4	1	2	1
6	SEMANA 6	19.00	12.00	61%	47%	1	1	2	2	1			1
7	SEMANA 7	21.00	10.00	68%	50%	1	3		1	2			3
8	SEMANA 8	25.00	6.00	81%	52%		1	2	1	1			1
9	SEMANA 9	25.00	7.00	78%	55%		1	2		1			2
10	SEMANA 10	25.00	7.00	78%	57%	1		1	1	1			1
11	SEMANA 11	28.00	4.00	88%	59%			1		1			2
12	SEMANA 12	23.00	9.00	72%	62%			1		1			1
13	SEMANA 13	27.00	5.00	84%	63%	1				1			1
14	SEMANA 14	29.00	2.00	94%	65%					1			1
15	SEMANA 15			95%	65%								
16	SEMANA 16			95%	65%								
17	SEMANA 17	30.00	1.00	97%	66%		1						
18	SEMANA 18	28.00	3.00	90%	67%					1			1
19	SEMANA 19	28.00	3.00	90%	68%					1			1
20	SEMANA 20	27.00	3.00	90%	69%	1	1			1			
21	SEMANA 21	27.00	3.00	90%	70%						1	1	1
22	SEMANA 22	28.00	2.00	93%	71%					1			
23	SEMANA 23	26.00	4.00	87%	71%	1	1		1			1	1
24	SEMANA 24	23.00	7.00	77%	71%	1				1			2
25	SEMANA 25	26.00	3.00	90%	72%		1	1		1			
26	SEMANA 26	22.00	7.00	76%	72%		1	1		1			1
27	SEMANA 27	24.00	5.00	83%	73%		1		1	1			
28	SEMANA 28	28.00	1.00	97%	74%								
29	SEMANA 29	26.00	3.00	90%	75%								
30	SEMANA 30	21.00	8.00	72%	76%		1						
31	SEMANA 31	23.00	6.00	79%	77%								
32	SEMANA 32	27.00	2.00	93%	78%		1						
33	SEMANA 33	22.00	3.00	88%	78%		1						
34	SEMANA 34	17.00	1.00	94%	79%								
35	SEMANA 35	5.00	0.00	100%	79%								
TOTALES						12	17	13	12	27	4	21	6
TOTAL %						11%	15%	12%	11%	24%	4%	19%	5%
ELABORADO POR: Ing. de Producción				REVISADO POR: Ing. Residente				APROBADO POR: Gerente de proyecto					
Nombres y firmas				Nombre y firma				Nombre y firma					

Figura 255. Porcentajes de plan cumplido de Last planner system por semanas

Anexo G Presupuesto y análisis de costos unitarios de proyecto C – productividad inicial, (Expediente técnico).

Anexo H Presupuesto y análisis de costos unitarios de proyecto C – productividad 1 real, (Sin la aplicación de lean construction).

Anexo I Presupuesto y análisis de costos unitarios de proyecto C – productividad 2 real, (Con la aplicación de lean construction).

**Anexo J Análisis de costos unitarios de
los expedientes técnicos de los proyectos
A, B y C.**

Anexo K Panel Fotográfico.