UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Mitigación de los impactos en los plazos de ejecución de un proyecto de
construcción de una compañía minera.**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Silva Di Liberto, Gina Brunella (0000-0002-1893-5811)

ASESOR

Montoya Ramírez, Manuel Fernando (0000-0002-5239-0456)

Lima, 29 de Noviembre del 2018

DEDICATORIA

Dedicado a todos aquellos que me tendieron la mano para hacer este sueño realidad.

Dedicado a todos aquellos que luchan día a día, incansablemente, por hacer realidad sus propios sueños.

Dedicado a todo aquel que persevera, abrigando fe y esperanza en su corazón.

RESUMEN

En este estudio se ha identificado como problema la ineficiencia de la Planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución de un proyecto de construcción para una compañía minera. Este problema, genera retrasos en los plazos de ejecución del proyecto, desperdicio de materiales, improductividad de los recursos humanos y bajos rendimientos de equipos. Lo cual también, impacta en los costos de ejecución del proyecto. Por tanto, se ha identificado que la metodología del Sistema del Último Planificador y el Porcentaje de plan cumplido es la más adecuada para mitigar estos impactos. Esto se demuestra a través del análisis de resultados y del empleo de indicadores de control.

Palabras clave: Sistema del último Planificador, Porcentaje de plan cumplido, planificación, control, recursos.

Mitigation of the impacts in the execution deadlines of a construction project of a mining company.

ABSTRACT

This study has been identified as problem inefficiency of planning for meeting the deadlines of a construction project for a mining company. This problem causes delays in project implementation deadlines, material waste, unproductive human resources and low yields of equipment. Which also impacts the cost of the project . Therefore, it has been identified that the methodology of the Last Planner System and the percentage of completed plan is most appropriate to mitigate these impacts. This is demonstrated through the analysis of results and the use of monitoring indicators.

Keywords: Last Planner System, Percentage of completed plan, planning, control, resources.

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	MARCO TEÓRICO.....	2
2.1	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO EN ESTUDIO.....	2
2.2	CARACTERÍSTICAS DE LA PLANIFICACIÓN EFICIENTE PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO EN ESTUDIO.	3
2.3	MITIGACIÓN DE LOS PLAZOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO EN ESTUDIO.	8
2.4	LA METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES:	9
2.5	LA HERRAMIENTA DEL “LAST PLANNER” Y “PPC (PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO)” DE LA METODOLOGÍA DEL “LEAN CONSTRUCTION”.	11
2.5.1	Beneficios del Lean Construction:	16
2.5.2	Last Planner System:	30
2.5.3	PPC (Porcentaje de Plan Cumplido):	40
2.5.4	Juicio de Expertos para comparación herramientas del Lean Construction.....	43
2.5.5	Seis Sigma en la Industria de la Construcción.....	45
2.6	BENEFICIOS DE LA HERRAMIENTA DEL “LAST PLANNER” Y “PPC (PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO)” PARA EVALUAR LOS IMPACTOS EN LOS PLAZOS DEL PROYECTO EN ESTUDIO.....	48
2.6.1	Beneficios al emplear la herramienta del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” para identificar Restricciones:.....	49
2.6.2	Beneficios al emplear la herramienta del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” para mejorar el control de la planificación de los plazos de ejecución del proyecto.	55
2.6.3	Beneficios al emplear la herramienta del “Last Planner” y “PPC” para mejorar la integración de las áreas productivas.....	68
2.6.4	Beneficios al emplear la herramienta del “Last Planner” y “PPC” para mejorar el flujo de comunicaciones del personal.....	71
2.6.5	Beneficios al emplear la herramienta del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” para la detección de causas de no cumplimiento de la planificación.	75

2.6.6	Medición de los resultados antes y después de la aplicación del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)”.	81
3	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	86
3.1	ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA	87
3.2	ORGANIZACIÓN OBJETIVO	87
3.3	CAMPO DE ACCIÓN EN LA ORGANIZACIÓN OBJETIVO	90
3.4	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PROBLEMAS EN EL CAMPO DE ACCIÓN	99
3.4.1	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	99
3.4.2	PROBLEMAS A RESOLVER	99
3.4.3	PARETO	109
3.4.4	IMPACTO ECONÓMICO DEL PROBLEMA	112
3.4.5	DIAGNÓSTICO (CONCLUSIÓN)	115
3.5	OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS DEL PROYECTO	116
3.5.1	OBJETIVO GENERAL	116
3.5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	116
3.6	MECANISMOS O INDICADORES DEL LOGRO DE OBJETIVOS	117
3.7	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	118
4	MEJORAS DEL PROCESO	121
4.1	METODOLOGÍA SOLUCIÓN AL PROBLEMA	121
4.2	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	134
4.3	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	137
5	ANÁLISIS DE RESULTADOS	204
5.1	MODELO	204
5.2	TABLA DE RESULTADOS	204
5.3	ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO	209
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	211
6.1	CONCLUSIONES	211
6.2	RECOMENDACIONES	212
6.3	GLOSARIO	213
6.4	SIGLARIO	214

7	REFERENCIAS	215
8	ANEXOS	219

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medida Correctiva – Movilización y Mantenimiento Vías – 1 de 2.....	190
Tabla 2 Medida Correctiva – Movilización y Mantenimiento Vías – 2 de 2.....	191
Tabla 3 Medda Correctiva – Relleno 3B – 1 de 2	192
Tabla 4 Medida Correctiva – Relleno 3B – 2 de 2	193
Tabla 5 Medida Correctiva – Relleno Enrocado y Transición 3A – 1 de 2	194
Tabla 6 Medida Correctiva – Relleno Enrocado y Transición 3A – 2 de 2	195
Tabla 7 Medida Correctiva – Relleno Filtro 2B y Relleno Morrena – 1 de 2.....	196
Tabla 8 Medida Correctiva – Relleno Filtro 2B y Relleno Morrena – 2 de 2.....	197
Tabla 9 Medida Correctiva – Concreto Asfáltico – 1 de 2.....	198
Tabla 10 Medida Correctiva – Concreto Asfáltico – 2 de 2.....	199
Tabla 11 Medida Correctiva – Caminos y Rampas de Acceso – 1 de 2.....	200
Tabla 12 Medida Correctiva – Caminos y Rampas de Acceso – 2 de 2.....	201
Tabla 13 Tabla de Resultados de la semana 39 a la 70.	204
Tabla 14 Monto proyectado.....	208

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Modelo de Producción Lean o TFV.	19
Gráfico 2 Gráfico 2: Costos y ahorros encofrado columnas.	30
Gráfico 3 Niveles del sistema del último planificador.	33
Gráfico 4 Evolución de las causas de no cumplimiento.	36
Gráfico 5 Causas de falta de cumplimiento en proyectos con PPC > 65%.....	37
Gráfico 6 Causas de falta de cumplimiento en proyectos con PPC <65%.....	38
Gráfico 7 Planificación Tradicional.	58
Gráfico 8 Planificación Lean.....	58
Gráfico 9 Modelo tradicional de ejecución de proyectos vs modelo integrado.	70
Gráfico 10 Fases del bucle de compromiso.....	73
Gráfico 11 Lista de símbolos adoptados para mapear una red de compromisos.....	74
Gráfico 12 Matriz de evaluación de Riesgos.....	76
Gráfico 13 Pareto de causas de variación.....	78
Gráfico 14 Causas de variación del riesgo.	78
Gráfico 15 Mapa de procesos de la organización Objetivo.....	89
Gráfico 16 Organigrama del Proyecto.....	90
Gráfico 17 Flujograma proceso de construcción de la organización objetivo.	92
Gráfico 18 DOP proceso de construcción de la organización objetivo.....	93
Gráfico 19 Actividades del frente de la presa de relaves.	95
Gráfico 20 Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 1 de 3.....	96
Gráfico 21 Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 2 de 3.....	97
Gráfico 22 Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 3 de 3.....	98
Gráfico 23 Curva S Presa de Relaves.....	101
Gráfico 24 Histograma Mano de Obra – Área Presa de Relaves.	103
Gráfico 25 Histograma Equipos – Área Presa de Relaves.	107
Gráfico 26 Ishikawa del Problema	109
Gráfico 27 DIAGRAMA DE PARETO	111
Gráfico 28 Gráfica de sobrecostos.....	112
Gráfico 29 Diagrama de Gantt del Avance de la Tesis	118
Gráfico 30 Diagrama de Gantt del Cronograma de Implementación de la metodología del Last Planner System y PPC	136

Gráfico 31 Resumen de la metodología del Last Planner System y PPC(Porcentaje de Plan Cumplido).....	138
Gráfico 32 Tipos de causas de Incumplimiento.	186
Gráfico 33 Gráfico Estrategias para Medidas correctivas	189
Gráfico 34 SPI y PPC	206
Gráfico 35 CPI y PPC.....	207

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Ejemplos de fuentes de Pérdidas	8
Cuadro 2 : Lista de Proyectos que emplearon Last Planner System	21
Cuadro 3 Criterios empleados en la encuesta.....	22
Cuadro 4 Análisis de causa.....	27
Cuadro 5 Sectorización del trabajo.....	28
Cuadro 6 Liberación de restricciones.	32
Cuadro 7 : CNC generales de obra y subcontrato.	35
Cuadro 8 Comparación Planificación Tradicional y Planificación con Last Planner System.	39
Cuadro 9 Fórmula del PPC (Porcentaje de Plan Cumplido).	42
Cuadro 10: Valoración para comparación de herramientas del Lean Construction.	43
Cuadro 11 Porcentajes obtenidos del juicio de expertos para comparación de herramientas del Lean Construction.....	44
Cuadro 12 Resumen Comparativo de Metodologías.....	48
Cuadro 13 Lista de restricciones en la primera semana y segunda semana.	53
Cuadro 14 Lista de restricciones en la tercera semana.	54
Cuadro 15 Tipos de Buffer.	60
Cuadro 16 Top de las causas severas más frecuentes para planificar tiempo Buffer.....	63
Cuadro 17 Severidad promedio	63
Cuadro 18 Schedule and Cost Perfomance from CV and SV.	84
Cuadro 19 Tabla de cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.	101
Cuadro 20 Vista Ampliada 1 de la tabla cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.....	102
Cuadro 21 Vista Ampliada 2 de la tabla cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016:	102
Cuadro 22 Tabla de cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.	104
Cuadro 23 Vista Ampliada 1 de la tabla cantidad de equipos en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.....	104
Cuadro 24 Vista Ampliada 2 de la tabla cantidad de equipos en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.....	106

Cuadro 25 Frecuencias de causas identificadas del problema de la planificación ineficiente.	109
Cuadro 26 Causas principales de la planificación ineficiente.	110
Cuadro 27 Tabla de sobre costos.	112
Cuadro 28 Actividades planificadas para el proyecto de tesis.	117
Cuadro 29 Hitos de control de las actividades para el proyecto de tesis.	117
Cuadro 30 Escala de Comparación pareada	122
Cuadro 31 Tabla No 001 de comparación pareada de los cuatro Criterios.	124
Cuadro 32 Tabla No 002 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 1 ..	125
Cuadro 33 Tabla No 003 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 2 ..	126
Cuadro 34 Tabla No 004 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 3 ..	126
Cuadro 35 Tabla No 005 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 4 ..	127
Cuadro 36 Tabla No 006 de resultados de la comparación pareada.	128
Cuadro 37 Tabla No 007 de decisión en función de los cuatro criterios propuestos para la comparación pareada.	129
Cuadro 38 Tabla No 008 Valoración para comparación de herramientas del Lean Construction.	130
Cuadro 39 Tabla No 009 Frecuencia según valoración comparativa de herramientas del Lean Construction	131
Cuadro 40 Tabla No 010 Comparación Planificación Tradicional y Planificación con Last Planner System	132
Cuadro 41 Tabla No 011- Listado de las actividades del Cronograma.	135
Cuadro 42 ACTIVIDAD: CARGUÍO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE MATERIAL 3B/3C Y METRADO DEL PERIODO CORRESPONDIENTE A LA SEMANA 39 DEL PROYECTO.	140
Cuadro 43 Ruta crítica.	141
Cuadro 44 que muestra el horizonte de 3 semanas en adelante (semana 40, semana 41, semana 42).	143
Cuadro 45 horizonte de 3 semanas en adelante 1 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.	144
Cuadro 46 horizonte de 3 semanas en adelante 2 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.	145

Cuadro 47 horizonte de 3 semanas en adelante 3 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42)	
– Vista de las semanas 40,41 y 42.....	146
Cuadro 48 horizonte de 3 semanas en adelante 4 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42)	
– Vista de las semanas 40,41 y 42.....	147
Cuadro 49 horizonte de 3 semanas en adelante 5 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42)	
– Vista de las semanas 40,41 y 42.....	148
Cuadro 50 Cálculos SPI – ID 34 – Semana 39.....	150
Cuadro 51 Cálculo de rendimiento de cuadrilla.....	151
Cuadro 52 Cálculo de HH.	151
Cuadro 53 Curva S - HH.....	152
Cuadro 54 Actividades Planificadas y completadas.....	153
Cuadro 55 de cumplimiento de actividades 1 de 8 – Semana 39.....	154
Cuadro 56 de cumplimiento de actividades 2 de 8 – Semana 39.....	155
Cuadro 57 de cumplimiento de actividades 3 de 8 – Semana 39.....	156
Cuadro 58 de cumplimiento de actividades 4 de 8 – Semana 39.....	157
Cuadro 59 de cumplimiento de actividades 5 de 8 – Semana 39.....	158
Cuadro 60 de cumplimiento de actividades 6 de 8 – Semana 39.....	159
Cuadro 61 de cumplimiento de actividades 7 de 8 – Semana 39.....	160
Cuadro 62 de cumplimiento de actividades 8 de 8 – Semana 39.....	161
Cuadro 63 Actividades de la semana 39 del proyecto – 1 de 14.....	163
Cuadro 64 Actividades de la semana 39 del proyecto – 2 de 14.....	164
Cuadro 65 Actividades de la semana 39 del proyecto – 3 de 14.....	165
Cuadro 66 Actividades de la semana 39 del proyecto – 4 de 14.....	166
Cuadro 67 Actividades de la semana 39 del proyecto – 5 de 14.....	167
Cuadro 68 Actividades de la semana 39 del proyecto – 6 de 14.....	168
Cuadro 69 Actividades de la semana 39 del proyecto – 7 de 14.....	169
Cuadro 70 Actividades de la semana 39 del proyecto – 8 de 14.....	170
Cuadro 71 Actividades de la semana 39 del proyecto – 9 de 14.....	171
Cuadro 72 Actividades de la semana 39 del proyecto – 10 de 14.....	172
Cuadro 73 Actividades de la semana 39 del proyecto – 11 de 14.....	173
Cuadro 74 Actividades de la semana 39 del proyecto – 12 de 14.....	174
Cuadro 75 Actividades de la semana 39 del proyecto – 13 de 14.....	175
Cuadro 76 Actividades de la semana 39 del proyecto – 14 de 14.....	176

Cuadro 77 empleado para el control del levantamiento de restricciones.	177
Cuadro 78 de Control de Restricciones 1 de 7.- Semana 39	178
Cuadro 79 de Control de Restricciones 2 de 7.- Semana 39.	179
Cuadro 80 de Control de Restricciones 3 de 7. - Semana 39.	180
Cuadro 81 de Control de Restricciones 4 de 7.- Semana 39.	181
Cuadro 82 de Control de Restricciones 5 de 7.- Semana 39.	182
Cuadro 83 de Control de Restricciones 6 de 7. - Semana 39.	183
Cuadro 84 de Control de Restricciones 7 de 7. - Semana 39.	184
Cuadro 85 RESUMEN DEL ANÁLISIS DE RESTRICCIONES:.....	185
Cuadro 86 Estrategias para medidas correctivas.	187
Cuadro 87 Resumen de la Mejora de Indicadores.....	207
Cuadro 88 Resumen monto equivalente.....	208
Cuadro 89 Inversión	209
Cuadro 90 Costos directos.....	209
Cuadro 91 Proyecciones de valor ganado.....	210
Cuadro 92 Flujo de Caja Libre	210

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Cuadro 1 Ejemplos de fuentes de Pérdidas	219
Anexo 2 - Gráfico 1: Modelo de Producción Lean o TFFV.....	220
Anexo 3 - Cuadro 2: Lista de Proyectos que emplearon Last Planner System.	221
Anexo 4 - Cuadro 3: Criterios empleados en la encuesta.....	222
Anexo 5 - Cuadro 4: Análisis de causa.	223
Anexo 6 - Cuadro 5: Sectorización del trabajo.	224
Anexo 7 - Gráfico 2: Costos y ahorros encofrado columnas.....	225
Anexo 8 - Cuadro 6: Liberación de restricciones.	226
Anexo 9 - Gráfico 3: Niveles del sistema del último planificador.	227
Anexo 10 - Cuadro 7: CNC generales de obra y subcontrato.	228
Anexo 11 - Gráfico 4: Evolución de las causas de no cumplimiento.	229
Anexo 12 - Gráfico 5: Causas de falta de cumplimiento en proyectos con PPC> 65%... 230	
Anexo 13 - Gráfico 6: Causas de falta de cumplimiento en proyectos con PPC <65%... 231	
Anexo 14 - Cuadro 8: Comparación Planificación Tradicional y Planificación con Last Planner System.....	232
Anexo 15 - Cuadro 10: Valoración para comparación de herramientas del Lean Construction.	233
Anexo 16 - Cuadro 11: Porcentajes obtenidos del juicio de expertos para comparación de herramientas del Lean Construction.	234
Anexo 17 - Cuadro 12: Resumen Comparativo de Metodologías.....	235
Anexo 18 - Cuadro 13: Lista de restricciones en la primera semana y segunda semana... 236	
Anexo 19 - Cuadro 14: Lista de restricciones en la tercera semana.....	237
Anexo 20 - Gráfico 7: Planificación Tradicional.	238
Anexo 21 - Gráfico 8: Planificación Lean.....	239
Anexo 22 - Cuadro 15: Tipos de Buffer	240
Anexo 23 - Cuadro 16: Top de las causas severas más frecuentes para planificar tiempo Buffer.....	241
Anexo 24 - Cuadro 17: Severidad promedio.	242
Anexo 25 - Gráfico 9: Modelo tradicional de ejecución de proyectos vs modelo integrado	243
Anexo 26 - Gráfico 10: Fases del bucle de compromiso.....	243

Anexo 27 - Gráfico 11: Lista de símbolos adoptados para mapear una red de compromisos.	245
Anexo 28 - Gráfico 12: Matriz de evaluación de Riesgos.....	246
Anexo 29 - Gráfico 13: Pareto de causas de variación.....	247
Anexo 30 - Gráfico 14: Causas de variación del riesgo.	248
Anexo 31 - Cuadro 18: Schedule and Cost Perfomance from CV and SV.	249
Anexo 32 - Gráfico 15: Mapa de procesos de la organización Objetivo.....	250
Anexo 33 - Gráfico 16: Organigrama del Proyecto.....	251
Anexo 34 - Gráfico 17: Flujograma proceso de construcción de la organización objetivo.	252
Anexo 35 - Gráfico 18: DOP proceso de construcción de la organización objetivo.....	253
Anexo 36 - Gráfico 19: Actividades del frente de la presa de relaves.	254
Anexo 37 - Gráfico 20: Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 1 de 3.....	255
Anexo 38 - Gráfico 21: Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 2 de 3.....	256
Anexo 39 - Gráfico 22: Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 3 de 3.....	257
Anexo 40 - Gráfico 23: Curva S Presa de Relaves.....	258
Anexo 41 - Cuadro 19: Tabla de cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.....	259
Anexo 42 - Cuadro 20: Vista Ampliada 1 de la tabla cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.	259
Anexo 43 - Cuadro 21: Vista Ampliada 2 de la tabla cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016:	260
Anexo 44 - Gráfico 24: Histograma Mano de Obra – Área Presa de Relaves	261
Anexo 45 - Cuadro 22: Tabla de cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.....	261
Anexo 46 - Cuadro 23: Vista Ampliada 1 de la tabla cantidad de equipos en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.	262
Anexo 47 - Cuadro 24: Vista Ampliada 2 de la tabla cantidad de equipos en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.	263
Anexo 48 - Gráfico 25: Histograma Equipos – Área Presa de Relaves	264
Anexo 49 - Ishikawa.....	265
Anexo 50 - Gráfico 27: Diagrama de Pareto	267
Anexo 51 - Gráfico 28: Gráfica de sobrecostos.	268

Anexo 52 - Cuadro 28: Escala de Comparación pareada	269
Anexo 53 - Cuadro 29: Tabla No 001 de comparación pareada de los cuatro Criterios..	270
Anexo 54 - Cuadro 30: Tabla No 002 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 1.....	271
Anexo 55 - Cuadro 31: Tabla No 003 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 2.....	272
Anexo 56 - Cuadro 32: Tabla No 004 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 3.....	273
Anexo 57 - Cuadro 33: Tabla No 005 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 4.....	274
Anexo 58 - Cuadro 34: Tabla No 006 de resultados de la comparación pareada.....	275
Anexo 59 - Cuadro 35: Tabla No 007 de decisión en función de los cuatro criterios propuestos para la comparación pareada.	276
Anexo 60 - Cuadro 38: Tabla No 010 Comparación Planificación Tradicional y Planificación con Last Planner System	277
Anexo 61 - Gráfico 30: Diagrama de Gantt del Cronograma de Implementación de la metodología del Last Planner System y PPC	278
Anexo 62 - Gráfico 31: Resumen de la metodología del Last Planner System y PPC(Porcentaje de Plan Cumplido).....	279
Anexo 63 - Cuadro No 41 – Ruta crítica.....	280
Anexo 64 - Cuadro No 42 que muestra el horizonte de 3 semanas en adelante (semana 40, semana 41, semana 42).....	281
Anexo 65 - Cuadro No 43 horizonte de 3 semanas en adelante 1 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.....	282
Anexo 66 - Cuadro No 44 horizonte de 3 semanas en adelante 2 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.....	283
Anexo 67 - Cuadro No 45 horizonte de 3 semanas en adelante 3 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.....	284
Anexo 68 - Cuadro No 46 horizonte de 3 semanas en adelante 4 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.....	285
Anexo 69 - Cuadro No 47 horizonte de 3 semanas en adelante 5 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.....	286
Anexo 70 - Cuadro No 51 – Curva S – HH.....	287

Anexo 71 - Cuadro No 52 – Actividades Planificadas y completadas	288
Anexo 72 - Cuadro No 53 de cumplimiento de actividades 1 de 8 – Semana 39.	289
Anexo 73 - Cuadro No 54 de cumplimiento de actividades 2 de 8 – Semana 39.	290
Anexo 74 - Cuadro No 55 de cumplimiento de actividades 3 de 8 – Semana 39.	291
Anexo 75 - Cuadro No 56 de cumplimiento de actividades 4 de 8 – Semana 39.	292
Anexo 76 - Cuadro No 57 de cumplimiento de actividades 5 de 8 – Semana 39.	293
Anexo 77 - Cuadro No 58 de cumplimiento de actividades 6 de 8 – Semana 39.	294
Anexo 78 - Cuadro No 59 de cumplimiento de actividades 7 de 8 – Semana 39.	295
Anexo 79 - Cuadro No 60 de cumplimiento de actividades 8 de 8 – Semana 39	296
Anexo 80 - Cuadro No 061 Actividades de la semana 39 del proyecto – 1 de 14	297
Anexo 81 - Cuadro No 062 Actividades de la semana 39 del proyecto – 2 de 14	298
Anexo 82 - Cuadro No 063 Actividades de la semana 39 del proyecto – 3 de 14	299
Anexo 83 - Cuadro No 064 Actividades de la semana 39 del proyecto – 4 de 14	300
Anexo 84 - Cuadro No 065 Actividades de la semana 39 del proyecto – 5 de 14	301
Anexo 85 - Cuadro No 066 Actividades de la semana 39 del proyecto – 6 de 14	302
Anexo 86 - Cuadro No 067 Actividades de la semana 39 del proyecto – 7 de 14	303
Anexo 87 - Cuadro No 068 Actividades de la semana 39 del proyecto – 8 de 14	304
Anexo 88 - Cuadro No 069 Actividades de la semana 39 del proyecto – 9 de 14	305
Anexo 89 - Cuadro No 070 Actividades de la semana 39 del proyecto – 10 de 14	306
Anexo 90 - Cuadro No 071 Actividades de la semana 39 del proyecto – 11 de 14	307
Anexo 91 - Cuadro No 072 Actividades de la semana 39 del proyecto – 12 de 14	308
Anexo 92 - Cuadro No 073 Actividades de la semana 39 del proyecto – 13 de 14	309
Anexo 93 - Cuadro No 074 Actividades de la semana 39 del proyecto – 14 de 14	310
Anexo 94 - Cuadro No 075 empleado para el control del levantamiento de restricciones.	311
Anexo 95 - Cuadro No 076 de Control de Restricciones 1 de 7.- Semana 39	312
Anexo 96 - Cuadro No 077 de Control de Restricciones 2 de 7.- Semana 39.	313
Anexo 97 - Cuadro No 078 de Control de Restricciones 3 de 7. .- Semana 39.	314
Anexo 98 - Cuadro No 079 de Control de Restricciones 4 de 7.- Semana 39.	315
Anexo 99 - Cuadro No 080 de Control de Restricciones 5 de 7.- Semana 39.	316
Anexo 100 - Cuadro No 081 de Control de Restricciones 6 de 7. .- Semana 39.	317
Anexo 101 - Cuadro No 082 de Control de Restricciones 7 de 7. .- Semana 39.	318
Anexo 102 - Cuadro No 083 Resumen del análisis de restricciones.....	319

Anexo 103 - Gráfico No 032 Tipos de causas de Incumplimiento.	320
Anexo 104 - Cuadro No 084 – Estrategias para medidas correctivas.	321
Anexo 105 - Tablas No 013 – Tabla de Resultados de la semana 39 a la 70:.....	322
Anexo 106 - Gráfico No 33 – SPI y PPC	323
Anexo 107 - Gráfico No 34 – CPI y PPC.....	324
Anexo 108 - Cuadro No 91 Flujo de Caja Libre	325

1 INTRODUCCIÓN

Dada la importancia que tiene el control de proyectos para garantizar la rentabilidad de los mismos y dado el dinamismo de los diferentes proyectos de construcción, se hace necesario la implementación de un método que permita mejorar el control sobre el abastecimiento de recursos, la distribución de los mismos, la estandarización de procesos y control de la secuencia de actividades.

Esta investigación surge de la necesidad de emplear nuevas herramientas para el control de los plazos de ejecución. Así como también, de la necesidad de cubrir expectativas íntimamente relacionadas a tal control. Estas expectativas serían: la eliminación de sobretiempos, re trabajos, rediseños, cambios de alcance, tiempos muertos, desperdicios; así como, la necesidad de gestionar adecuadamente los recursos, el tiempo y las cantidades requeridas. Asimismo, esta investigación surge de la necesidad de mejorar los rendimientos y eficiencias en el sector construcción dada la situación socioeconómica que se vive actualmente en nuestro país.

En ese sentido se realiza un diagnóstico situacional y un análisis de causas, con la finalidad de encontrar el método más adecuado que permita satisfacer las expectativas mencionadas.

2 MARCO TEÓRICO

El presente capítulo describe la planificación eficiente en la mitigación de los plazos de ejecución mediante las herramientas del “Last Planner” (Último Planificador) y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” de la metodología “Lean Construction”. Este capítulo será desarrollado a través de los subcapítulos que se detallan a continuación:

2.1 Características del proyecto en estudio

El proyecto en estudio, está conformado por tres áreas de trabajo:

- Elevación de la Presa de Relaves.
- Interferencias Electromecánicas.
- Construcción Bóveda sobre Poza Seepage.

La presente investigación se enfoca, únicamente, en el área de trabajo de la elevación de la presa de relaves.

Una presa de relaves es una estructura de retención de sólidos sueltos y líquidos de desecho, producto de la explotación minera, los cuales son almacenados en ella.

El proyecto en estudio tiene por alcance el crecimiento de la presa desde los 4105 metros de elevación a 4110 metros sobre el nivel del mar.

La construcción de la presa de relaves permitirá el almacenamiento de los desechos producto de la actividad minera.

2.2 Características de la planificación eficiente para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto en estudio.

Una planificación eficiente es requerida para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto en estudio.

En tal sentido, se puede decir lo siguiente:

“Whatever the type of Project under consideration, there is a need to produce a schedule.”(Baldwin, A., & Bordoli, D. 2014:12)

“The main objective of planning is to ensure that things happen successfully. This requires objectives to be established, task to be identified and progress to be monitored. The project schedule provides the basis for measuring progress, the basis for regular review and an updating of the plan.”(Baldwin, A., & Bordoli, D. 2014:13)

“Cualquiera que sea el tipo de proyecto que se examina, existe la necesidad de elaborar un cronograma.” (Baldwin, A., y Bordoli, D. 2014: 12)

“El objetivo principal de la planificación es asegurar que las cosas sucedan con éxito. Esto requiere que se establezcan objetivos, tareas a ser identificadas y el avance a ser monitoreado. El cronograma del proyecto proporciona la base para medir el avance, la línea base para la revisión periódica, y una actualización del plan de trabajo “(Baldwin, A., y Bordoli, D. 2014: 13).

Como se puede apreciar, los autores explican que, una planificación eficiente se basa en un cronograma que se ajusta a los plazos de ejecución de la obra, los cuales, son pactados previamente con el cliente, en base a la disponibilidad de horas de trabajo y la cantidad de recursos requeridos para ejecutar tal obra.

Por otro lado, también se indica que una planificación eficiente implica un adecuado control del proyecto, lo cual consiste en el seguimiento del cumplimiento de los plazos de ejecución pactados con el cliente; y también consiste, en el aseguramiento de la disponibilidad de recursos en el momento preciso en que son requeridos.

Cuando se habla de recursos, se hace referencia a todos los elementos que participan directa o indirectamente de un proceso de construcción. Entre estos se tiene los siguientes: recursos financieros según presupuesto planificado, recursos humanos capacitados para las diversas operaciones, insumos empleados en el proceso de construcción; sistemas de información, equipos y máquinas que participan en el proceso de construcción.¹

La planificación ineficiente para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto, conduce a tiempos improductivos:

“la pérdida de productividad, en construcciones grandes y complejas, se explica con el uso de cinco grandes categorías de tiempo improductivo:

1. Pérdidas por esperas (inactividad).
2. Pérdidas por traslado.

¹ Cfr. Alarcón, Luis. 1997: 40

3. Pérdidas por trabajo lento.

4. Pérdidas por trabajo inefectivo

5. Pérdidas por rehacer el trabajo.”(Alarcón 2012: 39)

Tal como se puede ver, el autor explica las diversas categorías de pérdidas por tiempos improductivos, los cuales reflejan los impactos en los plazos de ejecución de un proyecto de construcción y en sus costos.

Asimismo, en enero del 2016, Paredes, F., basado en la producción “Lean” (o sistema de producción Toyota), señala los siguientes desperdicios que se deben eliminar en un proceso productivo²³:

-Sobreproducción, es decir producir más de lo requerido por el cliente, producir más rápido de lo requerido, producir antes de lo requerido.

-Inventario: Se refiere al exceso de materia prima, lo que causa largos tiempos de proceso, obsolescencia, daños en los productos, en costos de transporte, en costos de almacenamiento y retrasos.

²³ Cfr. Paredes, F. 2016: 52

Los problemas de inventario también ocultan problemas como la producción desnivelada, las entregas retrasadas de los proveedores, los defectos, los tiempos improductivos de los equipos y largos tiempos de reinicio. A la vez que se necesita personal para mantener ese inventario y cuidarlo.

- Transporte: Emplear largos recorridos.

- Movimientos innecesarios: Movimientos inútiles que no añaden valor al proceso.

- Defectos: Se refiere a piezas defectuosas, retrabajos, reparaciones, inspecciones o reemplazos en la producción.

- Sobre procesamiento o procesamiento incorrecto: Se refiere a no tener en cuenta los requerimientos de los clientes, es decir procesar un producto con calidad con niveles altos o bajos que los requeridos. Con lo cual se agrega costos y esto es perjudicial.

- Esperas: Se refiere al tiempo muerto del operario por falta de herramientas, información. Y también se refiere al tiempo muerto por esperas de la máquina debido a falta de material, mantenimientos, etc.

- Talento mal empleado: Esto sucede al no emplear la inteligencia y la creatividad de los recursos humanos.

Como se puede apreciar, todas las actividades que no agregan valor conducen a improductividad de los recursos, sobrecostos que el cliente no está dispuesto a pagar.

Por otro lado, los proyectos de construcción se caracterizan por su alta variabilidad e incertidumbre:

“Each Project is different from other projects, and the projects, and the environment in which a project occurs always different and constantly changing. Construction projects are characterized by uncertainty. (...)It is this uncertainty that leads to problems with respect to information and information flow:

The management of construction projects is a problem in information, or rather, a problem in the lack of information required for decision making. In order to keep the project roiling, decisions have to be made before all the information required for the decision is available.” (Baldwin, A., & Bordoli 2014:12)

“Cada proyecto es diferente de otros proyectos, y los proyectos, y el entorno en el que se desarrolla un proyecto siempre es diferente, y cambia constantemente. Los proyectos de construcción se caracterizan por la incertidumbre. (...) .Es esta incertidumbre, la que conduce a problemas con respecto a la información y la información de flujo:

La gestión de proyectos de construcción constituye un problema en la construcción, o dicho de otra manera, un problema por la ausencia de información necesaria para la toma de decisiones. Con el fin de mantener el proyecto en flujo continuo, las decisiones tienen que hacerse antes que toda la información requerida este disponible “(Baldwin, A., y Bordoli 2014: 12).

En estas líneas, los autores indican que el medio ambiente de los proyectos de construcción, se encuentra en constante cambio y que es imprescindible, tomar decisiones anticipadas para hacer frente a situaciones imprevistas. En ese sentido, se deduce que una planificación eficiente implica identificar y considerar tales decisiones anticipadas.

Se aprecia que para minimizar o eliminar desperdicios; es decir, lo que no agrega valor, el Sistema de Producción Toyota o Lean Production, emplea una serie de métodos y/o herramientas conocidos, tales como: 5S, Gestión Visual, SMED, TPM, Kanban, Poka-Yoke, trabajo estandarizado, Heijunka y otras, que integran los dos pilares: JIT (Just in Time) y JIDOKA (cada proceso con su propio autocontrol de calidad).

2.3 Mitigación de los plazos de ejecución del proyecto en estudio.

Uno de los factores que influye en el éxito del proyecto en estudio, se basa en el cumplimiento de los plazos de ejecución del mismo.

La mitigación de los impactos en los plazos de ejecución del proyecto, consiste en reducir el riesgo de incumplimiento de los mismos, debido a diversas fuentes de pérdidas, tales como las descritas en el cuadro 1 a continuación:

Cuadro 1 Ejemplos de fuentes de Pérdidas

**Tabla 3-Ejemplos de fuentes de Pérdidas
Según el Area a la que Pertenecen**

A.-	Administración
1.	Requerimientos innecesarios
2.	Exceso de Control
3.	Falta de Control
4.	Mala Planificación
5.	Excesiva Burocracia
R.-	Uso de Recursos
1.	Exceso de Cantiad
2.	Falta de Cantidad
3.	Mal uso
4.	Mala Distribución
5.	Mala Calidad
6.	Disponibilidad
I.-	Sistemas de Información
1.	No Necesaria
2.	Defectuosa
3.	Atrasada
4.	Poco Clara

Fuente: (Alarcón, Luis. 1997:40)

En esta parte, se refuerza la idea que existen diversas fuentes de pérdidas en un proyecto de construcción. La falta de control, se ha clasificado como un tipo de pérdida administrativa; mientras que, aspectos como las pérdidas de equipos, de personas y de materiales, han sido clasificados, como pérdidas en uso de recursos; Asimismo, el autor señala, que las deficiencias o excesos en los flujos de información impacta en el cumplimiento de los plazos de ejecución que inicialmente se planificó y se acordó con el cliente, generándose con ello, retrasos o adelantos no planeados en los plazos de

ejecución inicialmente acordados. La mitigación de los impactos en los plazos de ejecución, será consecuencia de una adecuada planificación, lo cual implica, un adecuado control de la evolución del proyecto y anticipación a las pérdidas mencionadas.

Por otro lado, los cambios en los proyectos de construcción son muy frecuentes. Nuevos planos, diseños o materiales pueden causar desórdenes significativos al ejecutar un proyecto de construcción, con lo cual, se podría tener recursos programados en exceso o no disponibles a tiempo. Por lo cual, la mitigación juega un papel clave a través de una planificación eficiente. Esto a su vez, ayudará a evitar los sobrecostos de construcción²¹

2.4 **La Metodología de la Teoría de las restricciones:**

De las siglas en inglés Theory of constraints. Es una metodología que señala que todo sistema productivo tiene al menos un cuello de botella, el cual debe ser identificado a tiempo pues marca la pauta del ritmo de la cadena de producción.

Defiende la idea del óptimo global frente a la idea del óptimo local. Esto quiere decir, que un puesto que se encuentre antes del cuello de botella, puede producir con una capacidad del 100 %, sin embargo el área que le sigue, podría no estar preparada para absorber el 100 % de esa sobreproducción. Lo cual generará sobre stocks y problemas de inventario. En ese sentido, la estructura piramidal de una empresa puede ocasionar problemas en el conjunto de una empresa. Por tanto se debe abandonar el concepto óptimo local y reemplazarlo por un concepto óptimo global.

²¹ Cfr. Ma, U. D. 2012: 129

TOC (Theory of constraints) defiende la idea que la fuerza de una cadena, está limitada por la fuerza de su eslabón más débil que es su cuello de botella. Por lo cual se debe localizar ese cuello de botella, lograr mejorarlo y asegurarse que funcione correctamente.

Por tanto, la teoría de las restricciones propone una secuencia de cinco pasos basado en un sistema de mejora continua (Five Focusing Steps, 5FS). Los cuales son: identificar el cuello de botella; explotar el cuello de botella, esto implica decidir qué hacer con la restricción, esto puede ser gestionar los tiempos de producción, programar mantenimientos preventivos, etc; subordinar todo el resto de decisiones a esta limitación; elevar la restricción, esto implica, generar más producción, ampliar el puesto de trabajo, comprar más maquinaria; y si se crea otro cuello de botella, se debe repetir los pasos.²¹

Adicionalmente, la teoría de las restricciones defiende la contabilidad del rendimiento frente a la contabilidad de costes clásica. En ese sentido considera:

*Throughput (Rendimiento) = Ingresos – Gastos absolutamente variables.

*Beneficio Neto = Throughput – Gastos de operación

*Retorno de inversión ROI = Utilidad neta/inversión

Con estas variables simplifica la toma de decisiones desde el punto de vista contable:

*Aumenta el rendimiento?

*Reduce gastos de operación?

*Aumenta el ROI?

²¹ Cfr. Ma, U. D. 2012: 129

Un principio del TOC con el que discrepa con la contabilidad clásica es que la reducción de costes es limitada, un énfasis excesivo en la reducción de costes puede poner en peligro a la empresa. Y los gastos fijos son difícilmente reducibles, con lo que los saca de la evaluación sobre las decisiones de la empresa.

Los axiomas o principios sobre los que trabaja la teoría de las restricciones serían:

*El flujo de producción debe estar equilibrado. Se debe focalizar más en el flujo que en las capacidades productivas individuales de los puestos de trabajo.

* La producción de un puesto de trabajo que no es cuello de botella, debe estar supeditada a la producción de un puesto de trabajo que es cuello de botella. Recordar que una sobreproducción de un puesto que no es cuello de botella generará stocks innecesarios, pasivos paralizados y más problemas que soluciones.

*El cuello de botella limita la facturación de la empresa y rige el inventario.

*Esta teoría se aplica en los conceptos de lote de proceso , que es la cantidad que produce un centro de trabajo entre dos preparaciones seguidas , y el lote de transferencia , que es la cantidad que se transporta de un puesto de trabajo a otro, los cuales deben ser lo más pequeños posibles para reducir el lead time.

*Finalmente, el equipo de mantenimiento sobre los puestos que son restricciones.

2.5 La herramienta del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” de la metodología del “Lean Construction”.

Antes de explicar los subcapítulos se desarrollará una breve reseña histórica de la metodología Lean:

El término “Lean” proviene del Japón, a finales de la década de los 50 e inicios de los 60, como producto de las investigaciones ejecutadas por ingenieros de la empresa ensambladora de automóviles Toyota Motor, que buscaban mejorar su línea de producción. En ese entonces, el ingeniero Taiichi Ohno, estaba encargado de la producción. Ohno pretendía eliminar los residuos y mejorar los tiempos de entrega de los automóviles a los clientes, sustituyendo la tradicional producción en masa, por la producción a pedido del cliente, evitando así, el exceso de inventarios.

Con las investigaciones se desarrolló la “producción Lean” o “producción sin pérdidas”. Con el desarrollo de la idea de la producción sin pérdidas, se creó el proceso de manufactura TPS o conocido como Toyota Production System, que consiste en reducir los inventarios y defectos en todas las operaciones, para mejorar significativamente la producción.²⁶

Hacia la década de los 80, el conocimiento del TPS (Toyota Production System) era limitado en occidente. La difusión de ideas del TPS (Toyota Production System) hacia Europa y América, empezó en 1975. Ya en la década de los 90, el TPS (Toyota Production System) era conocido en otras latitudes como “producción sin pérdidas”, “nuevo sistema de producción” o “manufactura de clase mundial” y fue implementada en otros campos como la administración y el desarrollo de productos. En 1992, Koskela sostuvo que la producción debía ser mejorada, mediante la eliminación de los flujos de materiales, y que las actividades de conversión mejorarían la eficiencia. Resultado de su estudio, está su trabajo “Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción”, elaborado en el grupo de investigación de la universidad de Stanford.

²⁶ Cfr. Porras, Hernán et al. 2014: 32-53

Posteriormente, Ballard trabajó con Koskela luego de haberlo oído en una conferencia de la Universidad de Berkeley, así que juntos, conformaron el Grupo Internacional de Lean Construction. En 1993, el término de “Lean Construction” es usado para implementar mejoras en la gestión de proyectos de construcción en Helsinki-Finlandia.²⁶

Ballard fue el primero en desarrollar el Sistema del Último Planificador (SUP) en 1992, basado en el concepto de reducción de los niveles jerárquicos de la gestión en la construcción, para mejorar el proceso de asignación de recursos disponibles en la planeación semanal, y programación y ejecución de los proyectos de construcción. Luego, en 1998, refinó más el SUP, enfocándose en la gestión de los flujos en el proceso de construcción. Después, se desarrolló lo que Ballard denominó Sistema de Entrega de Proyectos Lean, cuyo objetivo fue el planteamiento teórico de la metodología para gestionar los proyectos “Lean”.²⁶

En 1997, se creó el Lean Construction Institute. Este instituto fue creado por Glenn Ballard y Greg Howell. La finalidad, fue cambiar el enfoque tradicional de construcción, por uno nuevo, que sí respeta, los principios del diseño. Resolviendo así, inconvenientes como, la insatisfacción de los clientes por retrasos y sobrecostos.²⁶

A pesar que los principios del “Lean Construction” eran conocidos, tales principios fueron reformulados por Lauri Koskela, en el año 2000, después de diez años de investigación. Luego, en el año 2001, fue Glenn Ballard quien los mejoró.

²⁶ Cfr. Porras, Hernán et al. 2014: 32-53

De este modo, Lean construction es la adaptación y aplicación de los principios de producción de la fabricación japonesa a la construcción, en la cual, se da por supuesto, que ésta, es un tipo de producción especial.²⁶

En Latinoamérica, se ha evidenciado el uso de esta nueva filosofía. Hablamos de países como Brasil, Perú, Chile y Colombia. En el año 2002, se inician las investigaciones del “Lean Construction” con Camacol y el arquitecto Luis Fernando Botero Botero. Este último, profesor de la universidad Eafit y miembro del grupo Gescon (Gestión de la Construcción) de la universidad Eafit, quien también, publicó artículos en la revista Ciencia y Tecnología y dos libros sobre “Lean Construction”. A esto se suman investigaciones realizadas por estudiantes de ingeniería en empresas de construcción de edificaciones, y las capacitaciones que dictó Camacol para empresas constructoras como Triada, Urbansa, Arpro, Arrecife y Construmax. En las cuales, se pudo mejorar el cumplimiento de los plazos de ejecución de los proyectos y minimizar los costos de construcción.²⁶

En julio del 2015, la Revista Costos, en su edición 256, publica el informe titulado “UN PASO ADELANTE SUBCONTRATISTAS, PROVEEDORES Y LEAN CONSTRUCTION”. En este artículo describe a diversas empresas constructoras en Perú, cuya gestión de proyectos emplea los principios de la filosofía del Lean Construction.

²⁶ Cfr. Porras, Hernán et al. 2014: 32-53

Entre las empresas descritas se encuentra Vidrioglass y Produktiva, cuyas políticas son el “Just in Time” y la reducción de mermas. En Produktiva, se busca tener el stock necesario en obra y que el abastecimiento de recursos sea justo en el momento requerido evitando los sobre costos por excesos y mantenimiento de inventarios.⁸

En Ingeco, se emplea la herramienta del “Last Planner” para balancear el trabajo de las cuadrillas que conforman un mismo flujo de trabajo. A demás, tanto proveedores y subcontratistas se involucran desde el inicio en las reuniones semanales para que estén al tanto de los avances del diseño y puedan participar en base a su experiencia y lecciones aprendidas. Finalmente Unicon emplea el “Just in Time” dentro del control de la cadena de suministro. Así como la integración de sus áreas productivas para asegurar el flujo de sus procesos.⁸

En el Perú, se han desarrollado diversos congresos relacionados a la filosofía del “Lean Construction”. Congresos que han impulsado el desarrollo de esta filosofía en nuestro país. Se tiene lo siguiente:

En abril del 2011, en la edición 205, de la Revista Costos, se anunció la XIX conferencia Anual del Grupo Internacional de Lean Construction en Hotel Westin Libertador de San Isidro.¹⁰

⁸ Cfr. Grupo S10 2015: 46-50

¹⁰ Cfr. Grupo S10 2011: 67

En Agosto del 2011, en la edición 209, de la Revista Costos, se publicó un informe sobre los diversos ponentes que participaron de la XIX Congreso Internacional de Lean Construction en Lima en Hotel Westin Libertador de San Isidro.¹²

En setiembre del 2012, en la edición 222, de la Revista Costos, se anunció el primer congreso nacional de Lean Construction. Además de un Workshop para el intercambio de conocimientos y experiencias con ponentes destacados e impulsores de esta filosofía: Ballard y Howell.¹³

2.5.1 Beneficios del Lean Construction:

En el año 1992, gracias al trabajo pionero de Lauri Koskela, la industria de la construcción fue una de las primeras industrias en considerar la adopción de la Filosofía de Lean Production, proveniente de la industria automovilística y difundida tres años antes por investigadores del Massachusetts Institute of Technology. En los veinte años posteriores, gracias a la academia, representada por el International Group for Lean Construction (IGLC), al trabajo de organizaciones relacionadas a la industria como el Lean Construction Institute (LCI) y a otras organizaciones locales de varios países, la adaptación de los principios del Lean Production a la construcción ha hecho posible cubrir los más diversos aspectos del ciclo de vida de los proyectos de construcción.²⁶

En un principio, el trabajo se focalizó en la producción sobre el terreno, adaptando y desarrollando las herramientas y los métodos para reducir las pérdidas y mejorar la planificación y control de producción. También desde muy temprano, se empezó la exploración de la filosofía y la aplicación de sus principios en las etapas de diseño y sus interrelación con tecnologías de información y comunicación, además de otras metodologías que apoyan la implementación de Lean Construction.

¹³ Cfr. Grupo S10 2011: 78

²⁶ Cfr. Porras, Hernán et al. 2014: 32-53

En los últimos años, esta filosofía ha sido puesta en marcha en diversos proyectos de la construcción, fomentando la colaboración, el trabajo en equipo, la confiabilidad y la alineación de objetivos de las empresas participantes.²⁶

El “Lean Construction” es una filosofía que busca reducir las pérdidas producidas en el sector construcción, al mitigar los impactos producidos en los plazos de ejecución, costos y productividad de los proyectos.¹⁵

Respecto de esto, se tiene el siguiente enunciado:

“The aim of lean construction is to extend the objectives of minimising waste and maximising value advocated within lean production management into the development of specific tools and techniques for lean construction project delivery. Lean construction recognises the dependences and variations that arise along the supply chains of construction projects and identifies the product uncertainties and process uncertainties in the construction process. Advocates of the lean construction approach argue that these product and process uncertainties can be actively managed.” (Baldwin, A., & Bordoli, D. 2014:44)

“El objetivo de la construcción esbelta es extender los objetivos de minimizar los desperdicios y maximizar el valor, dentro de la gestión de la producción esbelta en el desarrollo de herramientas y técnicas específicas en los proyectos de construcción. Lean reconoce las dependencias y variaciones que surgen a lo largo de las cadenas de suministro de proyectos de construcción e identifica las incertidumbres de productos e incertidumbres del proceso en los proyectos de construcción. Los defensores del enfoque de la construcción sin pérdidas argumentan que estas incertidumbres de productos y procesos se pueden gestionar de forma activa.” (Baldwin, A., y Bordoli, D. 2014: 44)

¹³ Cfr. Grupo S10 2011: 78

²⁶ Cfr. Porras, Hernán et al. 2014: 32-53

¹² Cfr. Grupo S10 2011: 43

¹⁵ Cfr. Heap, J., Burgess, T. & Claxton, J. (2014)

A través de este enunciado, se explica que la filosofía “Lean Construction” reconoce las dependencias y variaciones que acarrearán las cadenas de suministro en construcción; en ese sentido, la herramienta “Lean Construction” identifica las restricciones y busca gestionar activamente las incertidumbres propias del proceso de construcción.

Otros autores lo definen como:

“pensamiento dirigido a la creación de herramientas que generen valor a las actividades, fases y etapas de los proyectos de construcción”. (Porrás, Hernán et al. 2014:32)

El objetivo del “Lean Construction” es mejorar las transformaciones minimizando o eliminando los flujos que los materiales deben seguir hacia los lugares de ejecución de los trabajos de obra para conseguir mayor valor en los productos finales. El error del pensamiento tradicional en la construcción, es enfocarse en las actividades de conversión y no tener en cuenta el flujo de los recursos, para lograr la generación de mayor valor en los productos obtenidos.²⁶

En el siguiente gráfico se hace una comparación entre el modelo tradicional y el nuevo modelo de TFV o conocido como Transformación-flujo-valor.(Ver gráfico 1)

²⁶ Cfr. Porrás, Hernán et al. 2014: 32-53

Gráfico 1 Modelo de Producción Lean o TFV.

Fuente (Porras, Hernán et al. 2014: 37)

Se debe tener en cuenta, también lo siguiente:

“Preservation of resources and reduction and elimination of waste, which are part of the misión of Green and lean manufacturing, play important roles in sustainability” (Surendra, M. GUPTA 2016:102)

“Preservación de recursos y reducción y eliminación de desperdicios, son parte de la misión de la manufactura esbelta y verde y juegan un rol importante en la sostenibilidad ”. (Porras, Hernán et al. 2014: 32)

En el párrafo anterior, se refuerza la idea, que la manufactura esbelta y verde, preservan la sostenibilidad de una organización en el tiempo, pues ambas buscan eliminar el desperdicio y eliminar los procesos que no agregan valor. En ese sentido, la sostenibilidad también abarca una serie de actividades necesarias para recolectar productos usados de los consumidores y reprocesarlos o re manufacturarlos para

recuperar sus valores de mercado sobrantes o disponer de ellos. Esto significa, pasar de una cadena de suministro tradicional a una cadena de suministro inversa.

A través del tiempo, el Lean Construction se ha empleado en diversos proyectos. Aquí se describen algunos casos a continuación:

En 2006, Samaniego, C., Denis, A. & Picchi, F., emplearon la filosofía “Lean Construction” en un proyecto de construcción en Brasil para la pre-fabricación y montaje de las paredes en una obra con la técnica del Tilt-Up. En este caso, se emplearon herramientas del “Lean” tales como: el Justo a Tiempo (Just in Time), trabajo estandarizado (producir gran variedad en el menor tiempo posible) y división en cuatro células de trabajo para reducir los tiempos de espera. En estas células, existía un líder, cuya función era coordinar el grupo, para que exista un flujo continuo en la producción. Finalmente, el empleo del mapa de flujo de valor, permitió visualizar el funcionamiento de los procesos y detectar diferentes tipos de pérdidas a lo largo del proceso.³⁰

Los resultados de la aplicación del pensamiento Lean mostraron una reducción de los tiempos de producción en conjunto, de 11.8 horas a 10 horas, así como una disminución de los tiempos de espera, de 16 días a 10 días. La herramienta Lean, permitió la posibilidad de aplicar kaizens para eliminar desperdicios en la producción.³⁰

³⁰ Cfr. Samaniego, C., Denis, A. & Picchi, F. 2006: 5-12

En el año 2013, Fernandez-Solis, J. L., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z. K., Son, K., & Lagoo, N. , llevan a cabo un estudio. En estudio se identifica las áreas de aplicación de LPS (Last Planner System), los desafíos que enfrentan los contratistas

de ingeniería arquitectónica (AEC) durante la implementación y el uso de LPS (Last Planner System). En esta investigación se encuestó a 26 proyectos en fase I.⁷ Tales proyectos se listan a continuación (Ver cuadro 2):

Cuadro 2 : Lista de Proyectos que emplearon Last Planner System

Table 1. List of Case Studies

Case	Reference	Project	Type of project
C1	Garza and Leong (2000)	Advanced Communication and Information Technology Center (ACITC) at Virginia Tech	Institutional
C2	Ballard (2000)	Center for Clinical Services Research, Stanford University	Institutional
C3	Ballard (2000)	Texas showplace project	Commercial
C4	Fiallo and Revelo (2002)	102 one family units: housing project	Residential
C5	Nielsen and Thomassen (2004)	3 schools in Skelskor: refurbishment and new build	Institutional
C6	Kim et al. (2007); Kim and Jang (2005)	Seoul subway project	Transportation
C7	Kim et al. (2007); Kim and Jang (2005)	Busan subway project	Transportation
C8	Arbulu and Soto (2006)	Central bus station project	Institutional
C9	Salem et al. (2005); Salem and Solomon (2006)	Four-floor university parking garage	Commercial
C10	Ansell et al. (2007)	3 miles of carriageway renewal	Transportation
C11	Jang et al. (2007)	Nam Chun Highway project	Transportation
C12	Jang et al. (2007)	Seoul Ring Road project	Transportation
C13	Kemmer et al. (2007)	17-story residential building	Residential
C14	Simonsson and Emborg (2007)	Industrial bridge construction	Industry
C15	Sterzi et al. (2007)	Construction and refurbishment of an industrial building for a steel manufacturer	Industry
C16	Sterzi et al. (2007)	Industrial building for a car manufacturer	Industry
C17	Sterzi et al. (2007)	Construction and refurbishment of an industrial building for a car manufacturer	Industry
C18	Ballard et al. (2007)	Air Products: Large chemical plant	Industry
C19	Ballard et al. (2007)	Heathrow Terminal 5 building: civil phase (British)	Commercial
C20	AlSehaimi et al. (2009)	Faculty of business and administration building	Institutional
C21	AlSehaimi et al. (2009)	General classrooms and laboratories	Institutional
C22	Ballard et al. (2009)	New town development	Residential
C23	Hamzeh et al. (2009)	Cathedral Hill Hospital project	Health Care
C24	Liu and Ballard (2009)	Pipeline for an oil refinery plant	Industry
C25	Olano et al. (2009)	Leaching pad construction	Transportation
C26	Olano et al. (2009)	7.1 km highway construction	Transportation

Fuente : (Fernandez-Solis, J. L., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z. K., Son, K., & Lagoo, N. 2013: 356)

⁷ Cfr. Fernandez-Solis, J. L., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z. K., Son, K., & Lagoo, N. 2013: 354-360

La encuesta fue puesta en línea usando documentos Google, y se accedía a ella, a través de un link, recibido en correo electrónico. Participaron compañías integrantes del LCI (Lean Construction Institute) y del EGLC (European Group of Lean Construction). Se analizaron un total de cuarenta encuestas usando estadística descriptiva. Se llegó a la

conclusión de que si bien el LPS (Last Planner System), presenta ciertas dificultades al inicio, con respecto a la adaptación y colaboración entre las personas; una vez encaminado, y con un clima propicio, es posible concretarse con éxito, durante la planificación de proyectos. Véase los criterios empleados en la encuesta (Ver Cuadro 3):

Cuadro 3 Criterios empleados en la encuesta

<i>C01: Lack of human capital: lack of understanding of new system, difficulty in making quality assignments, or lack of skills and experience</i>
S01: In my organization, people are not skilled at using LPS
S02: In my organization, people do not have enough knowledge in using LPS for planning and control purposes
S03: In my organization, people do not have enough experience in using LPS for planning and control purposes
S04: In my organization, people find it hard to use the LPS
<i>C02: Lack of leadership or failure of management commitment or organizational climate for implementing and using LPS</i>
S05: There is no strong leadership in my organization
S06: Management in my organization is not committed
S07: My organization does not provide a positive climate
S08: My organization does not offer incentives to last planners (example: foreman, supervisor, or project engineer)
S09: My organization faces internal conflicts (example: resistance to change or lack of training)
<i>C03: Lack of stakeholder support in implementing and using LPS</i>
S10: My organization faces external conflicts (example: lack of client or subcontractor support)
S11: My organization does not get good support from the owner (client)
S12: My organization does not get encouragement from the owner (client)
S13: In my organization, people refuse to include subcontractors in planning
<i>C04: Organizational inertia, resistance to change, or "This is how I've always done it" attitude</i>
S14: In my organization, people are reluctant to implement and use LPS for planning and control purposes
S15: In my organization, people are unwilling to change when new systems are introduced
S16: Standard procedures of my organization make it difficult to implement and use a new system such as LPS
<i>C05: Contracting and legal issues or contractual structure</i>
S17: My organization faces contractual issues when implementing and using LPS
S18: My organization faces legal issues when implementing and using LPS
<i>C06: Lack of commitment to LPS implementation or attitude toward new systems</i>
S19: In my organization, people refuse to assume commitments themselves
<i>C07: Bad team chemistry or lack of collaboration</i>
S20: In my organization, people find it difficult to collaborate with the teams from other organizations during the WWP meetings

Fig. 1. Statements included in the survey questionnaire

Fuente : (Fernandez-Solis, J. L., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z. K., Son, K., & Lagoo, N. 2013: 358)

En detalle, se concluyó beneficios positivos luego de la aplicación del LPS (Last Planner System) en los casos estudiados:

“Reported benefits attributed to LPS implementation were:(1) smooth work flow, (2) predictable work plans, (3) reduced cost,(4) reduced time of project delivery, (5) improved productivity, and(6) greater collaboration with field personnel and subcontractors. Test case projects also reported certain challenges faced by project participants when applying LPS: (1) lack of leadership,(2) organizational inertia, (3) resistance to change, (4) lack of training,(5) contractual issues, and (6) lack of experience and knowledge, among others” (Fernandez-Solis, J. L., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z. K., Son, K., & Lagoo, N. 2013: 359)

“Beneficios reportados atribuidos a la aplicación de LPS fueron: (1) suave flujo de trabajo, (2) planes de trabajo predecible, (3) la reducción de coste, (4) la reducción del tiempo de entrega de proyectos, (5) la mejora de la productividad, y (6) una mayor colaboración con el personal de campo y subcontratistas. proyectos de casos de prueba también informaron ciertos desafíos que enfrentan los participantes en la aplicación de LPS: (1) la falta de liderazgo, (2) la inercia organizativa, (3) la resistencia al cambio, (4) la falta de formación, (5) las cuestiones contractuales, y (6) la falta de experiencia y conocimiento, entre otros” (Fernandez-Solis, JL, Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, ZK, Son, K., y Lagoo, N. 2013: 359)

Líneas arriba el autor corrobora que el “Last Planner”, permite reducir los tiempos de ejecución del proyecto, reducir los costos, mejorar la confiabilidad de la planificación, mejorar los flujos de información entre personal de campo y subcontratistas, así como mejorar la productividad.

A continuación se presenta un caso, en el cual la metodología “Lean Construction” ayudó a minimizar el desperdicio de materiales, tiempo y esfuerzo para generar la máxima cantidad posible de valor en un proyecto de construcción en la India.

“Application of Lean Management Techniques for Achieving Energy Efficiency in Building Construction: Procurement and Handling of Building Materials.
(...)”

Benefits of lean construction.

- Reduces variability in planning
- Productivity is improved
- Higher predictability
- Design flexibility
- Collaborative work environment
- Reduction of wastes
- Saves Money and reduce cost
- Improves customer satisfaction” (M. P., Devaki. 2016: 5)

“Aplicación de técnicas de gestión Lean, para lograr la eficiencia energética en la construcción de edificios: Adquisición y manejo de materiales de construcción.

(...)

Beneficios de la construcción sin pérdidas.

- Reduce la variabilidad en la planificación.
- Se mejora la productividad.
- Previsibilidad superior.
- Flexibilidad de diseño
- Clima de trabajo colaborativo.
- La reducción de los desechos.
- Ahorra dinero y reducir los costos.
- Mejora la satisfacción del cliente”(MP, Devaki. 2016: 5)

Tal como se decía en párrafos anteriores, el autor también concluye que la aplicación de la metodología “Lean Construction“ es beneficiosa. En el caso expuesto, se detalla las siguientes razones:

-Redució la variabilidad en la planificación, es decir, los últimos planificadores hacen planes detallados a corto plazo basados en los materiales que realmente estuvieron disponibles, los recursos humanos disponibles para hacer el trabajo, pronósticos meteorológicos proyectados a corto plazo, etc.

-Se elevó la productividad pues el personal se encontraba más motivado.

-La previsibilidad de la finalización fue más alta pues se trabajó en equipo.

-Mayor flexibilidad en el diseño, pues una gran parte del trabajo de diseño se dió durante la construcción. En lugar de congelar el diseño, durante el periodo de anticipación, se identificó diseños incompletos y se realizó los arreglos necesarios.

-Se promovió el trabajo colaborativo de los empleados.

-Se redujo desperdicios durante la construcción.

-Se ahorró dinero pues se redujo el desperdicio.

-Los clientes estuvieron satisfechos porque obtuvieron un edificio de mejor calidad con menor coste.

En otro caso, se evidencia el uso exitoso de la filosofía “Lean Construction”. En este caso, se trata de la construcción del edificio Baltic en Poznan, Polonia, y se pretende mejorar los rendimientos de encofrado, para lo cual, primero se analizan las causas de los desperdicios y altos costos de encofrado de las columnas de concreto durante la construcción del edificio mencionado. La herramienta empleada para el análisis de causas fue un Ishikawa. A demás, cada causa tiene un peso determinado según una valoración asignada. A continuación se corrobora lo explicado:

“Interviews were used to prepare the Ishikawa diagram showing the possible causes of excessive costs associated with the analyzed proces. Inside the diagram, there are 6 main causes of the problems that have been defined as a methods, people, organization of work, materials and the weather. In each category the most important, according to people directly involved in the process and according to the authors, possible problems and their causes were indicated.

Additionally, in order to determine which of the possible causes are most important and which have the least impact on the problem, FMEA analysis was performed. For this purpose each of the specific problem was rated in the following categories: occurrence, detection and impact on the whole.” (Paślawski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. 2016:542)

“Las entrevistas se utilizaron para preparar el diagrama de Ishikawa que muestra las posibles causas de costos excesivos asociados con los procesos analizados. Dentro del diagrama, hay 6 causas principales de los problemas, las cuales se han definido como: los métodos, las personas, la organización del trabajo, los materiales y el

clima.

En cada categoría, la más importante, de acuerdo con las personas directamente involucradas en el proceso y según los autores, se indicaron posibles problemas y sus causas.

Además, con el fin de determinar cuál de las posibles causas son las más importantes y que tienen el menor impacto en el problema, se realizó un análisis FMEA. Para este fin cada uno de los problemas específicos fue clasificado en las siguientes categorías: Ocurrencia, detección e impacto en el conjunto” (Pasałowski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. 2016: 542)

Cuadro 4 Análisis de causa.

Fuente (Pasałowski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja.2016: 543).

De este análisis de causas (Ver Cuadro 4), se concluyó que dos de las causas más importantes eran la mala gestión y la división del trabajo inadecuada.

Se propuso la herramienta “Lean construction” para solucionar estos problemas:

“The first used solution, designed to improve the situation in terms of number of executed simultaneously columns, was the introduction of the principles of uniform working methods and thus the separation of larger quantity of working parcels.” (Pasałowski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. 2016: 543)

“La primera solución usada, diseñada para mejorar la situación en términos de número de columnas ejecutados simultáneamente, fue la introducción de los principios de los métodos de trabajo uniformes y por lo tanto la separación de una cantidad más grande de las partidas de trabajo.”

(Paślawski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. 2016: 543)

Cuadro 5 Sectorización del trabajo.

Figure7. Working plots division.

Fuente: (Paślawski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. 2016: 543)

En esta parte (Ver cuadro 5), según los autores se explica que se aplicó el lean construction realizando una sectorización del trabajo; esta sectorización, permitió la reducción del número de carpinteros involucrados en el ensamblaje de encofrado; Además, los trabajos simultáneos se hicieron posible; se redujeron los costos por alquiler de los moldes de concreto; y finalmente, se redujeron los tiempos entre la finalización de las columnas de concreto armado y el hormigonado del piso siguiente del edificio.

Otra de las mejoras que se obtuvo aplicando el “Lean Construction“, para este caso, fue:

“Reducing the amount of formworks columns from 12 to 4 has led to a reduction in the waiting time to start the process of formwork slab of higher floor.”(Paślawski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. 2016: 543)

“Reducir la cantidad de columnas encofrados a partir 12 a 4 tiene por objetivo la reducción en el tiempo de espera para iniciar el proceso de encofrado de losa del piso más alto.” (Pasałowski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. 2016: 543)

Adicionalmente también:

“The introduction of Lean Management allows the improvement process, resulting in a reduction of unit costs (5200 PLN / month, which is 66 percent of the original cost) and shorter lead times (2 days / floor for the case, which is 20 percent of the production by the original assumptions).

An important result is the achievement of stability in production, which is a manifestation of exclusion peak employment (resulting from the simultaneous concreting 12 columns) and achievement of more stable production flow.

Conducting FMEA in conjunction with the preparation of Ishikawa diagram enables the diagnosis process on possible causes of the problems that allows the identification of the basic choices of lean and agile methods by the management of construction site.” (Pasałowski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. 2016: 547)

“La introducción de Lean Management permite la mejora del proceso, lo que resulta en una reducción de los costes unitarios (5200 PLN / mes, que es 66 por ciento del costo original) y los tiempos de entrega más cortos (2 días / mínimos para el caso, que es 20 por ciento de la producción por los supuestos originales).

Un resultado importante es el logro de la estabilidad en la producción, la cual es una manifestación de empleo pico de exclusión (resultante del hormigonado simultáneo de 12 columnas) y el logro de flujo de producción más estable.

La realización de FMEA en conjunción con la preparación de diagrama de Ishikawa permite el proceso de diagnóstico sobre las posibles causas de los problemas que permite la identificación de las opciones básicas de métodos lean y ágiles por la dirección de obra de construcción.”(Pasałowski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. 2016: 547)

Como se puede ver, el artículo concluye que a través del “Lean Construction” se logró resultados positivos. Estos fueron: reducir los tiempos de espera para iniciar el proceso de encofrado en el piso siguiente a construir, reducción de los costos unitarios y mejorar el cumplimiento de los plazos de ejecución, se logró estabilizar el flujo de la producción. A demás, que el empleo adecuado del Ishikawa permitió identificar qué herramienta del

“Lean Construction” era la más adecuada para solucionar el problema del incremento de los gastos en encofrado. (Ver gráfico 2):

Gráfico 2 Gráfico 2: Costos y ahorros encofrado columnas.

Figure 11. Costs and savings of column formwork.

Fuente: (Pasiński, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. 2016: 545)

2.5.2 Last Planner System:

El LPS o Last Planner System es una de las herramientas de la metodología del “Lean Construction” cuyo objetivo es incrementar la fiabilidad de la programación y por consecuencia mejorar los desempeños:

“La esencia del sistema es trabajar directamente con el último planificador para lograr incrementar la confiabilidad de la planificación. El último planificador es quien define finalmente lo que será realizado y quien realizará el trabajo. El papel de último planificador lo pueden tener capataces, jefes de obra, supervisores, subcontratistas, administradores de terreno entre otros.”(Andrade M. y Arrieta B. 2010: 38)

Tal como se ve en la explicación del autor, el sistema provee de herramientas de planificación y control efectivas aún en proyectos complejos, inciertos y/o rápidos. El

incremento de la confiabilidad del plan se realiza tomando acciones en diferentes niveles de la planificación.

El Last Planner cuenta con 4 niveles de planificación.

Inicialmente, tenemos el plan maestro:

“La planificación inicial genera el presupuesto y el programa del proyecto, proporcionando un mapa de coordinación de actividades que lleva a la realización del mismo” (Andrade M. y Arrieta B. 2010: 38)

Esto significa, que el plan maestro debe ser desarrollado con actividades que representen el verdadero desempeño de la empresa, sólo de esa manera podemos asegurar que el sistema del último planificador sea efectivo pues se estaría supervisando tareas, que en verdad, realiza la empresa.

Después del plan maestro, viene el programa de fase:

“Los programas de fases representan una subdivisión más detallada del programa maestro.” (Andrade M. y Arrieta B. 2010: 38)

Esto concluye que el programa fase, se genera a partir del programa maestro. Sin embargo, la separación de estas fases debe realizarse en la etapa inicial. El programa fase es elaborado por las personas que administran al trabajo en la fase para apoyar el cumplimiento de los hitos definidos en el plan maestro.

Posterior al programa de fase, se realiza una programación intermedia, dentro de la cual, se analizan todas las restricciones que deben ser corregidas, dentro de un periodo de cuatro a seis semanas dependiendo del proyecto y de la sensibilidad de los proveedores, para las distintas actividades. Las asignaciones ingresan a partir de la semana 6 y van avanzando semana a semana, mientras sus restricciones van siendo corregidas, una vez que están listas, ingresan al inventario de trabajo ejecutable según la secuencia de

ejecución que les corresponda. El objetivo es asegurar un flujo constante de trabajo, no dejando ingresar aquellas actividades cuyas restricciones aún no han sido corregidas.

Los intervalos de tiempo para una planificación intermedia varían según las características propias del proyecto y los tiempos de respuesta para la adquisición de personal, equipos y materiales. Por lo general:

“La planificación intermedia es una programación de asignaciones potenciales para las próximas 3 a 12 semanas” (Andrade M. y Arrieta B. 2010: 39)

Finalmente, el análisis de restricciones permite saber si la actividad puede ser realizada o no.

Se asigna a un personal responsable para que se encargue de corregir las restricciones identificadas. Los tipos de restricciones que se pueden encontrar son: diseño, cantidad de mano de obra, materiales, equipos y prerequisites. (Andrade M. y Arrieta B. 2010: 39)

El artículo propone el siguiente ejemplo donde se listan las actividades y la disponibilidad de recursos. (Ver cuadro 6):

Cuadro 6 Liberación de restricciones.

Tabla N° 1 Liberación de las restricciones

¿Están disponibles los recursos?

Actividad	Diseño	Materiales	Mano de obra	Equipos	Prerrequisitos
A	Sí	No	Sí	No	Sí
B	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
C	Sí	Sí	No	Sí	No
D	Sí	No	Sí	Sí	No

Fuente: Campero y Alarcón, Administración de Proyectos Civiles.

Fuente: (Andrade M. y Arrieta B. 2010: 39)

Finalmente, después de una planificación intermedia, se realizará una planificación semanal, que es más detallada que la anterior, Es llevada a cabo por diseñadores, supervisores de terreno, capataces y otras personas que participan directamente en la ejecución del trabajo y el compromiso de la planificación. Se compromete únicamente el trabajo que es realmente posible de realizar. A través de la responsabilidad asignada al último planificador, el cual coloca un “shielding” o protección al programa, logrando reducir la incertidumbre y variabilidad de las áreas productivas. Se asegura entonces, el cumplimiento del trabajo en curso y de los trabajos venideros. (Andrade M. y Arrieta B. 2010: 40)

A continuación se presenta un esquema resumen de los niveles del sistema del último planificador. (Ver gráfico 3):

Gráfico 3 Niveles del sistema del último planificador.

Fuente (Pavez, I., González, V. y Alarcón, L. F 2010: 32)

Para medir los desempeños de cumplimiento del sistema del último planificador se recurre a indicadores de desempeño, los cuales consideran la relación entre número de tareas completadas y el número total de asignaciones semanales. Con estos indicadores se desea determinar, si la herramienta de planificación es capaz de anticiparse a las tareas que deberán hacerse la siguiente semana, las cuales no deben tener ninguna restricción para posibilitar su avance. (Andrade M. y Arrieta B. 2010: 40)

Otro de los objetivos del “Last Planner System” es determinar las causas de no cumplimiento que impidieron el avance o ejecución de las tareas asignadas.

Se presenta el siguiente caso en el que se aplicó el Last Planner System:

En este caso, la herramienta de Last Planner, se empleó en un proyecto de construcción de un edificio de 33000 metros cuadrados, compuesto de 6 pisos y 4 subterráneos. El objetivo fue evaluar el impacto de la implementación del sistema “Last Planner” a un subcontrato de una empresa constructora en tres escenarios, antes de la aplicación, al

mes y a los 3 meses de haberla aplicado. Se realizaron reuniones de alineamiento, el plan maestro, la programación intermedia, el inventario ejecutable y la programación semanal. Se empleó el P.A.C. (Porcentaje de asignaciones completadas) y el C.N.N (Causas de no cumplimiento) como indicadores de desempeño. A continuación se muestra los resultados obtenidos al cabo de la aplicación del “Last Planner”. (Ver Cuadro 7):

Cuadro 7 : CNC generales de obra y subcontrato.

<p>Tabla N° 4 CNC generales de obra y subcontrato al 14 de octubre Fuente: Elaboración propia</p>						
CNC	Parciales obra	Parciales otros subcs.	Parciales subcontrato capacitado	Porcentaje obra	Porcentaje subcontrato	Incidencia del subcontrato
Falta material	20	3	17	4	43	85%
Falta M.O	16	16	0	3	0	0%
Cambio de proyecto	17	11	6	3	15	35%
Falta eq/herr	3	3	0	1	0	0%
Mala est. Rendimiento	7	7	0	1	0	0%
Falla subcontrato	373	361	12	67	30	3%
Problemas de pago	25	24	1	4	3	4%
Otros	97	93	4	17	10	4%
Total	558	518	40	100	100	

Fuente : (Andrade M. y Arrieta B. 2010: 47)

Como se aprecia las restricciones de mano de obra, equipos y mala estimación de rendimientos fueron reducidos a 0 % .La falta de materiales, cuestión que dependía del subcontrato, prevaleció, pero era un evento independiente, o fuera de alcance por parte de la empresa constructora. Por ello, no se tomó en cuenta, para concluir, sobre los resultados del empleo del “ Last Planner System”.

A continuación, se muestra otro caso de aplicación exitosa del Last Planner. El artículo muestra los resultados de la evaluación de la implementación de la herramienta LPS (Last Planner System) en 12 de 77 proyectos chilenos de construcción. El análisis

consideró la implementación de proyectos durante un periodo de tres años. A demás, se evaluaron diversos niveles de implementación de LPS (Last Planner System) y su influencia sobre el PPC (Porcentaje de Plan Cumplido). Para lo cual, se escogieron adicionalmente, 11 proyectos de construcción chilenos y 5 internacionales, determinándose que 6 de ellos, empleaban un plan formal anticipado. Estos proyectos se ordenaron según el valor de su PPC (Porcentaje de Plan Cumplido), con la finalidad de analizarlos mejor. También, se analizó las causas de incumplimiento de los proyectos mencionados, determinándose un 24 % atribuible al subcontratista y un 15% atribuible a una planificación pobre. ² Véase las siguientes figuras. (Ver gráfico 4):

² Cfr. Alarcón, Luis et al. 2008: 26-33

Gráfico 4 Evolución de las causas de no cumplimiento.

Figure 3. Evolution of causes for noncompletion in projects.

Fuente (Alarcón, Luis et al. 2008:28).

Se llegó a determinar la siguiente relación: Los proyectos con mayor nivel de cumplimiento de la planificación alcanzan un rendimiento de PPC más estable, que los proyectos con menor cumplimiento de planificación. La implicación práctica es que PPC (Porcentaje de Plan Cumplido) se vuelve más predecible a medida que aumenta su valor, proporcionando una sensación de control al equipo del Proyecto. Véase las siguientes gráficas (Ver Gráfico 5 y Gráfico 6):

Gráfico 5 Causas de falta de cumplimiento en proyectos con PPC > 65%

Figura 4. Causes for noncompletion in projects with PPC > 65%

Fuente: (Alarcón, Luis et al. 2008:29)

Gráfico 6 Causas de falta de cumplimiento en proyectos con PPC <65%

Figure 5. Causes for noncompletion in projects with PPC < 65%

Figure 5. Causes for noncompletion in projects with PPC < 65%

Fuente: (Alarcón, Luis et al. 2008:29)

A continuación se muestra un cuadro comparativo de la planificación tradicional y la planificación con el sistema del último planificador (Last Planner System). En este cuadro resumen se consideraron los siguientes criterios de comparación: Gestión de Recursos, Niveles empleados en la programación, Análisis de restricciones, control de responsables,

control de la ruta crítica y secuencia de actividades, porcentaje de plan cumplido semanal empleado, impacto del costo, gestión del tiempo, integración de las áreas de trabajo.(Ver Cuadro 8):

Cuadro 8 Comparación Planificación Tradicional y Planificación con Last Planner System.

Criterios de comparación	Planificación Tradicional	Planificación con LPS
Gestión de recursos	Considera ejecutar lo que se tiene que hacer, sin considerar los recursos disponibles.	Considera ejecutar lo que se puede hacer en base a los recursos disponibles.
Niveles empleados en la programación	No considera una programación semanal y diaria al detalle.	Sí considera una programación semanal y diaria al detalle.
Análisis de restricciones	No analiza restricciones que impidan el flujo de procesos.	Analiza restricciones y el levantamiento de las mismas.
Control de Responsables	No controla a los últimos responsables de cada tarea.	Controla y designa a los últimos responsables de cada tarea.
Control de Ruta crítica y secuencia de actividades	Controla la ruta crítica y secuencia de actividades.	Controla la ruta crítica y secuencia de actividades.
Porcentaje de plan cumplido semanal empleado	No emplea el porcentaje de plan cumplido semanal.	Emplea el porcentaje de plan cumplido semanal.
Impacto en el costo	Mayores costos por retrasos, sobretiempos, retrabajos, desperdicio e improductividades.	Menores costos por retrasos, sobretiempos, retrabajos, desperdicio e improductividades.
Gestión del Tiempo	Reactiva.	Dinámica, proactiva y anticipada.
Integración de las áreas de trabajo	Los constructores de procesos superiores sólo intervienen una vez que se ha terminado sustancialmente el diseño.	Todos los miembros del equipo trabajan bajo objetivos compartidos ;A demás, entienden lo que el cliente quiere desde el comienzo hasta el fin, entienden la forma secuencial en la que se llevará a cabo el proyecto de construcción y entienden los medios para poder cumplirlo

Fuente Propia

2.5.3 PPC (Porcentaje de Plan Cumplido):

El PPC es una herramienta del “Lean Construction” , cuyas siglas significan Porcentaje de Plan cumplido. Al respecto se dice lo siguiente:

“A basic assumption of the system is that an increase in planning reliability, measured through PPC, should improve project performance and particularly, labour productivity. In other words, LPS improves project conditions increasing planning reliability to reduce, for instance, waiting and idle times in craft workers. Thus, LPS allows reduces waste and increases the incidence of adding-value activities by means of improving the productive work” (Pavez, I. , González, V. y Alarcón, L. F 2010: 32)

“Un supuesto básico del sistema es que un incremento en la seguridad de la planificación, medida a través de porcentaje de plan cumplido, debe mejorar el desempeño del proyecto y, en particular, la productividad del trabajo. Esto quiere decir, que el sistema del último planificador, mejora las condiciones del proyecto, lo cual aumenta la fiabilidad de la planificación, para reducir, por ejemplo, la espera y tiempos de espera en los trabajadores. De este modo, el sistema del último planificador permite reducir el desperdicio y aumenta la incidencia de actividades de valor agregado mediante la mejora del trabajo productivo”(Pavez, I., González, V. y Alarcón, L. F 2010: 32)

Lo que explican aquí los autores es que el sistema del último planificador (SUP) necesita medir el desempeño de cada plan de trabajo semanal para poder estimar la confiabilidad de todo el proceso de planificación y programación del proyecto. Los indicadores permiten determinar en qué medida ha influido la implementación del sistema en la construcción del proyecto en estudio. Esta medición, que es el primer paso para aprender de los errores e implementar mejoras, se efectúa a través del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC). El PPC evalúa entonces hasta qué punto el sistema del último planificador fue capaz de anticiparse al trabajo que se hará en la semana siguiente. Es decir, compara lo que se desea hacer según el plan de trabajo semanal con lo que verdaderamente se hizo, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación para un proyecto en particular, ya que los resultados del PPC (Porcentaje de plan cumplido), dependen exclusivamente de las condiciones individuales de cada proyecto de

construcción y de la capacidad de anticiparse a los hechos a través de las programaciones.

El problema de la planificación tradicional radica en que sabiendo que muchas actividades no se cumplen, se hace un forecast o proyección, como si todas las tareas se fueran a desarrollar, por lo cual la productividad declina en cadena cuando alguna actividad clave no se consigue.²⁷

Para calcular el PPC semanal se comienza por introducir la programación semanal que será el patrón para comparar el porcentaje cumplido al cabo de la semana. Una vez finalizada la semana se revisa si se realizó exactamente lo que se programó.³⁷ Esta programación no debe ser por metrados sino por sectores o grupos de actividades. A cada actividad programada en la semana se le debe asignar una calificación dependiendo de si se llegó a cumplir o no. Siendo 100% y 0% los puntajes respectivos.

²⁷ Cfr. Rodríguez, A. , Alarcón L. F. and Pellicer, E. 2011: 1-9

³⁷ Cfr. Willem Kymmell 2008

Se recomienda lo siguiente:

“(…) para un mejor análisis los resultados obtenidos al culminar cada semana se pueden ir graficando para evidenciar el rendimiento del SUP a lo largo de la ejecución del proyecto en su fase constructiva, colocando en el eje horizontal las semanas y en el vertical el PPC correspondiente a cada una” (Porras, Hernán et al. 2014:42)

Según el autor, la finalidad de graficar los PPC semanales es poder establecer una relación comparativa y establecer posibles incrementos o reducciones del avance del proyecto. Evidenciándose que en cuanto se experimenten incrementos de los PPC, esto evidenciará mejores rendimientos de las cuadrillas que ejecutan el trabajo.(Ver Cuadro 9)

Cuadro 9 Fórmula del PPC (Porcentaje de Plan Cumplido).

$$PPC = \frac{(\text{TOTAL ACTIVIDADES CUMPLIDAS})}{(\text{TOTAL ACTIVIDADES PROGRAMADAS})} \times 100 \text{ (1)}$$

Fuente: (Porras, Hernán et al. 2014:42)

Las actividades que no se hayan cumplido en su totalidad tienen una razón por la cual no se realizó, estas son las causas de incumplimiento que se analiza para todas estas actividades buscando que al transcurrir las semanas se tenga resultados claros de los puntos en los que se está fallando para iniciar el proceso de mejora continua.

Finalmente se hace un conteo de las actividades ejecutadas en su totalidad y se divide entre el total de las actividades programadas obteniendo el Porcentaje de Plan Cumplido semanal.²⁵

2.5.4 Juicio de Expertos para comparación herramientas del Lean Construction.

Profesionales expertos en el desarrollo del proyecto de la presa de relaves, se reunieron para valorar las herramientas más adecuadas del Lean Construction que se pueden usar para eliminar las causas de la ineficiencia de la planificación para el cumplimiento de los plazos del proyecto. Los profesionales que participaron para llegar a un juicio de expertos fueron: Gerente de Proyecto, Jefe de Oficina técnica, Jefe de construcción y Jefe de calidad. Todos con más de 15 años de experiencia en proyectos de construcción. En base al juicio de expertos, se evaluó las posibles herramientas a emplear, dándoles una valoración del 1 al 3, en base a los siguientes criterios:

- Estandarización de procesos.
- Mejorar la eficiencia en el control de la secuencia de actividades(ruta crítica).
- Mejorar el abastecimiento de recursos.
- Mejorar la distribución de recursos.

En la tabla que se adjunta a continuación, se observa que la herramientas con mayor porcentaje son el Last Planner System y el Porcentaje de Plan Cumplido. La primera con un 39 %, y la segunda con un 25 %. Ambas sumadas constituyen un 65 % de aceptación para la eliminación de causas del problema de la ineficiencia de la planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto.(Ver Cuadro 10 y Cuadro 11).

²⁵ Cfr. Pavez, I. , González, V. y Alarcón, L. F 2010: 26-38

Herramientas Lean	Mejorar la estandarización de procesos (planificación anticipándose a imprevistos)	Mejorar la eficiencia en el control de la secuencia de actividades(ruta crítica)	Mejorar el abastecimiento de recursos	Mejorar la distribución de recursos	
5S	0	0	0	0	0
Integrated Project Delivery	0	0	2	2	4
Value Stream Mapping	0	1	1	1	3
Kanban	0	1	1	1	3
Last Planner	3	3	3	2	11
Porcentaje de Plan Cumplido	1	2	2	2	7
BIM	0	0	0	0	0

Fuente Propia

Cuadro 11 Porcentajes obtenidos del juicio de expertos para comparación de herramientas del Lean Construction.

Herramientas	Valoración	% Porcentaje
Last Planner	11	39%
Porcentaje de Plan Cumplido	7	25%
Integrated Project Delivery	4	14%
Value Stream Mapping	3	11%
Kanban	3	11%
5S	0	0%
Bulding Information Modelling	0	0%

Fuente Propia

2.5.5 Seis Sigma en la Industria de la Construcción.

Existe una diferencia entre los procesos de manufactura y los procesos de construcción. Los procesos de manufactura se caracterizan por ser estandarizados y en serie. Los procesos de manufactura presentan variabilidad basada en la capacidad del proceso y el cumplimiento de especificaciones técnicas (límite inferior y límite superior). Mientras que cada proceso de construcción es distinto del otro. A demás, su variabilidad está basada en la incertidumbre (alta frecuencia de imprevistos). Esta incertidumbre se basa en muchos factores. Por ejemplo, procesos de ingeniería y construcción paralelos, condiciones de suelo distintas a las aproximadas con estudios topográficos previos, disponibilidad de personas, equipos, y materiales, e incluso, respecto de la calidad, entre otros. Todas estas incertidumbres originan alta variabilidad en los procesos de construcción.

En el presente estudio, el problema identificado corresponde a la planificación ineficiente para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto. Se busca encontrar cuál sería la herramienta más apropiada para resolver el problema y eliminar sus causas.

En ese sentido, podríamos considerar dos metodologías que han tenido mucho éxito en los últimos años en la industria manufacturera. Estas son el Seis Sigma y el Lean Manufacturing.

Recordemos que la metodología del Seis Sigma, busca mejorar la eficiencia de la gestión de calidad durante la producción manufacturera buscando reducir la variabilidad del proceso, aumentando la capacidad del proceso para conseguir el 3,4 defectos por millón de unidades producidas, es decir, para conseguir el nivel sigma seis.

Será posible aplicar , esta herramienta al proceso de construcción en estudio?. La respuesta será que no, pues como se dijo, la construcción de un proyecto no es un proceso en serie, ni se puede estandarizar. Cada proceso de construcción es distinto y tiene un alto componente de incertidumbre respecto de condiciones descritas en el párrafo anterior. Por otro lado, el problema identificado corresponde a una planificación ineficiente, lo cual es causado por una falta de control de la secuencia de actividades, falta de una identificación anticipada de restricciones, intangibilidad del flujo de comunicaciones, alta dependencia del compromiso y responsabilidad del recurso humano, etc. Las cuales, son cuestiones que el seis sigma no puede resolver. Al respecto, según los autores se explica lo siguiente:

“Six Sigma provided the division a structure that standardized the measurement of defects within a process” (Sullivan, K. T. 2011: 212)

“Han et al. (2008) stated that it has been difficult to apply six sigma to construction because, unlike the manufacturing industry, it has “lacked a systematic methodology to assess the defect rate and evaluate performance improvement as the defects are removed in the production process.” (Sullivan, K. T. 2011: 213)

“Seis Sigma proporciona la división de una estructura estandarizada en la medición de los defectos dentro de un proceso” (Sullivan, KT 2011: 212)

“Han et al. (2008) indicó que ha sido difícil de aplicar Seis Sigma para la construcción, ya que, a diferencia de la industria manufacturera, "carecía de una metodología sistemática para evaluar la tasa de defectos y evaluar la mejora del rendimiento a medida que se eliminan los defectos en el proceso de producción". (Sullivan, KT 2011: 213)

Se ha documentado casos en los que Seis Sigma ha sido aplicado de manera combinada con la filosofía Lean, sin embargo sólo se ha aplicado en casos en los que se ha pretendido reducir el número de defectos provenientes de actividades que en el momento de la construcción, se han identificado como estandarizables para un proyecto de construcción en particular y no para ningún otro. Tales actividades son la tercerización de trabajos de soldadura, vigas longitudinales de hormigón, etc. Como se ve, los autores mencionan lo siguiente respecto del Seis Sigma en los casos referidos:

“This case study demonstrates how the Lean Six Sigma methodology can be applied successfully in the turnaround industry to address issues such as reducing defective welds”. (Anderson, N. C., y Kovach, J. V. 2014:179)

“By implementing windshield standards, training welders through Welder University, and instituting eyesight tests for welders Company-wide, the weld repair rate decreed by more tan 25 %, which translated into a savings of \$90,000 for this Company.” (Anderson, N. C., y Kovach, J. V. 2014:179)

“The case study described the outcomes of a six-sigma PIP conducted for the construction of concrete longitudinal beams in the St Pancras raised railway station in London. The outcome of the six-sigma PIP was the improved productivity of beam construction, enhanced interaction between project teams and reduced project delays”(Stewart, R. A., & Spencer, C. A. 2006: 347)

“Este caso demuestra cómo la metodología Lean Six Sigma se puede aplicar con éxito en la industria para hacer frente a cuestiones como la reducción de soldaduras defectuosas”. (Anderson, NC, y Kovach, JV 2014: 179)

“Con la implementación de los estándares de parabrisas, la formación de soldadores en la Universidad del soldador, y la institución de las pruebas de visión para soldadores en toda la empresa, la tasa de reparación de soldadura disminuyó en más del 25%, lo cual se tradujo en un ahorro de \$ 90.000 para esta empresa.” (Anderson, Carolina del Norte, y Kovach, JV 2014: 179)

“El caso de estudio describe los resultados de un seis sigma PIP direccionado a la construcción de vigas longitudinales de concreto en la estación de tren St Pancras en Londres. El resultado del seis sigma PIP fue la mejora de la productividad de la construcción de vigas, una mayor interacción entre los equipos de proyecto y menos retrasos en la entrega de proyectos”(Stewart, AR, & Spencer, CA 2006: 347)

A continuación se presenta un cuadro comparativo de las metodologías Lean Construction y Seis Sigma. Se consideraron los criterios de variabilidad de productos, incertidumbre, estandarización, especificaciones técnicas y personas. (Ver Cuadro 12):

Cuadro 12 Resumen Comparativo de Metodologías

Criterios de comparación	Lean Construction	Seis Sigma
Variabilidad de los productos	Considera la alta variabilidad de los productos de construcción (productos únicos).	Esta metodología no aplica, pues no admite alta variabilidad de los productos .
Incertidumbre	Considera que los procesos de construcción poseen alta incertidumbre debido a factores impredecibles.	No aplica a procesos de construcción pues esta metodología no admite alta incertidumbre.
Estandarización	Considera que un proceso de construcción no es estándar.	No aplica a procesos de construcción, pues esta metodología, no admite procesos no estandarizables.
Especificaciones Técnicas	Considera, que las especificaciones en los procesos de construcción, son relativas a condiciones propias de un proyecto de construcción particular.	No aplica a procesos de construcción, pues esta metodología señala que el producto, debe encontrarse dentro de especificaciones definidas.
Personas	Considera, que los procesos de construcción dependen mucho del componente humano.	No aplica a procesos de construcción, pues en estos procesos hay gran participación de personal, mientras que en los procesos de manufactura que ve seis sigma , por lo general, hay una alta participación de equipos y máquinas, en vez de personas.

Fuente Propia

2.6 Beneficios de la herramienta del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” para evaluar los impactos en los plazos del proyecto en estudio.

La herramienta del “Last Planner” y “PPC” (Porcentaje de plan cumplido) permiten obtener diversos beneficios, los cuales se detallan a continuación:

2.6.1 Beneficios al emplear la herramienta del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” para identificar Restricciones:

La identificación anticipada de restricciones, para corregirlas justo a tiempo, permite lograr un flujo de trabajo continuo y por tanto, una planificación eficiente.¹⁷ La herramienta del “Last Planner” y el “PPC” permite realizar un análisis semanal de estas restricciones.

Dicho de otra manera, lo que hace el “Last Planner” es tomar en cuenta el grupo de actividades que realmente pueden hacerse de una manera más específica para controlar más de cerca los impedimentos que eviten la ejecución de éstas, en obra; De este modo, la probabilidad de que las actividades programadas se lleven a cabo es muy alta, y por tanto, la incertidumbre de no poderlas hacer, disminuye, evitándose retrasos, en la realización de los trabajos en obra.²⁶

²⁶ Cfr. Porras, Hernán et al. 2014: 32-53

¹⁷ Cfr. James F. Cox III, Ph.D, CFPIM, CIRM; John G. Schleier, Jr. 2010

En ese sentido, las restricciones a identificar a tiempo, para asegurar una planificación eficiente, pueden referirse a diversos aspectos como: condiciones de seguridad y salud ocupacional, condiciones de medio ambiente, disponibilidad de recursos, entre otras.¹⁶

A continuación, se presenta un caso en el que se observa los beneficios del Last Planner en la identificación de restricciones para mejorar el flujo de comunicación en la estructura organizacional de una planta química para plásticos. El caso fue presentado por Nieto y colaboradores, en el año 2012, en la revista “Journal of Construction Engineering and Management”.²² En esta investigación, sucede que supervisores y contratistas ignoran la responsabilidad que tiene cada uno en el trabajo asignado.

Por otro lado, los principales focos de la aplicación del LPS (Last Planner System) en esta empresa fueron los siguientes: Disminuir la incertidumbre, garantizar el control total de la información y su adecuada distribución, crear condiciones para que las personas afectadas se vean comprometidas con metas, y permitir que las acciones de reposicionamiento sean planificadas y ejecutadas por personal de construcción. Para lograr estos objetivos, se creó un comité que se integró con los responsables de la planificación, líderes de proyecto y seis supervisores del proyecto. El cronograma maestro fue revisado por el comité. Sobre la base del programa maestro, se diseñó el programa de anticipación, con la finalidad de tener en cuenta la naturaleza del proyecto y el tiempo de respuesta para la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria.

²² Cfr. Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. 2012: 287-293

¹⁶ Cfr. Hobbs, D. 2010

Así, se estableció un horizonte de anticipación de 6 semanas. Durante cada una de estas semanas, cada supervisor proporcionó las limitaciones que impidieron la ejecución de las actividades planificadas.

En las reuniones semanales de planificación, una vez que estaba finalizada la planificación anticipada de las actividades, cada supervisor, midió, la fiabilidad del plan, empleando para ello el PPC (Porcentaje de Plan Cumplido).

Si alguna actividad planeada, para esa semana, no se había completado, el supervisor identificó las razones para no completar la tarea. Los resultados de estas reuniones se registraron en gráficos y documentos de análisis de restricciones que, junto con el porcentaje de actividades completadas para cada semana, permitió un progreso en el desempeño del proyecto.

Las siguientes particularidades se han tenido en cuenta cada semana:

- * Durante la primera semana, se definió una larga lista de restricciones; porque el comité decidió concentrar los esfuerzos del líder del proyecto en los puntos clave.

- * En la segunda semana, se obtuvo otra larga lista de restricciones. Esas restricciones se clasificaron en dos grupos:

“A. Acciones: este grupo se compone de restricciones sobre las cuales los líderes del proyecto podrían actuar; Estas acciones podrían incluir, por ejemplo, tareas de coordinación con el Departamento de Operaciones, tales como, la conexión de

tuberías bajo presión por medio de soldadura (HOT-TAP), la colocación de un bloqueo /Etiqueta en un dispositivo de aislamiento de energía (LOTO), la Conexión de un dispositivo con otro (TIE-INS), tareas de coordinación entre el Departamento de Ingeniería y el Supervisor o entre los proveedores de materiales y el supervisor, o tareas de coordinación con el mantenimiento y / o contratistas;

Y

B. Sin acciones: Este grupo estaba compuesto de restricciones sobre las cuales los líderes del proyecto no actuarán porque están en espera (trabajo en curso).”(Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. 2012: 289)

* En la tercera semana, las restricciones se clasificaron de acuerdo con los criterios anteriores; Los líderes del proyecto concentraron su atención a las limitaciones que se clasificaron como acciones. Se concentraron en determinar cómo y cuándo serían eliminadas; en ese sentido, se modificó el cronograma para tener en cuenta la fecha en que las actividades podrían continuar una vez que las limitaciones hayan sido eliminadas.

* Para la cuarta, quinta y sexta semanas, las restricciones clasificadas y las acciones no iniciadas en semanas anteriores se analizaron de nuevo junto con las restricciones en esas semanas.

En las siguientes líneas se muestra el listado de restricciones identificadas en cada una de las seis semanas. (Ver Cuadro13 y Cuadro 14):

Cuadro 13 Lista de restricciones en la primera semana y segunda semana.

Table 1. List of Constraints of the First Week

Subproject number	Activity	Constraints
6806002	LX1 cooling water pump shutdown (FTs)	Pending to complete electric works and confirm by Operations Department
6806003	Install new orifice plate for FE6830208	Lack of design, materials, and contractors
6906001	CO analyzer for caloric HO furnace	Pending to Operations Department
8106001	Cold box purge to H81200	Lack of contractors and materials
8806001	LX2 cooling water pump shutdown	Pending to Operations Department
6306002	Install new FQI in demineralised water lances	Lack of materials
6306003	DPC addition pump reliability	Pending to overhaul
6605006	Refrigeration system	Lack of design
6605003	Change of valves IRIS	Pending to Operations Department
6606004	New sump pump N-66724	Pending to assemble valve FV-82206-95.
6105007	Change CPUs of PLC TMR POX	Pending to overhaul

Table 2. List of Constraints and Classification for the Second Week

Subproject number	Activity	Constraint	Classification
6806002	LX1 cooling water pump shutdown (FTs)	Pending to complete electric works and confirm by Operations Department	Action: Coordination with Operations Department
6806003	Install new orifice plate for FE6830208	Pending to Operations Department	No action: On hold
6906001	CO analyzer for caloric HO furnace	Lack of materials	No action: Work in progress
8106001	Cold box purge to H81200	Pending to Operations Department	Action: Coordination with Operations Department (LOTO)
8806001	LX2 cooling water pump shutdown	Lack of materials	No action: Work in progress
6306002	Install new FQI in demineralized water lances	Pending to overhaul	No action: On hold
6306003	DPC addition pump reliability	Lack of design	No action: Work in progress
6605006	Refrigeration system	Pending to Operations Department	No action: On hold
6605003	Change of valves IRIS	Pending to Operations Department	Action: Coordination with Operations Department
6606004	New sump pump N-66724	Pending to assemble valve FV-82206-95	No action: On hold
6105007	Change CPUs of PLC TMR POX	Pending to overhaul	No action: On hold

290 / JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT © ASCE / FEBRUARY 2012

Fuente: (Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. 2012: 290)

Cuadro 14 Lista de restricciones en la tercera semana.

Table 3. List of Constraints and Classification for the Third, Fourth, Fifth, and Sixth Week

Subproject number	Activity	Constraint	Classification
Third week 6806002	LX1 cooling water pump shutdown (FTs)	Pending to complete electric works and confirm by Operations Department	No Action: On hold
Fourth week 8205010	Signal from compressors operation to DCS	Lack of protection relays K-85340A/B	Action: Coordination with Operations Department
Fifth week 8205010	Signal from compressors operation to DCS	Lack of protection relays K-85340A/B	Action: Coordination with Operations Department
6805001	Blackwash filtration system for effluent line	Lack of design	Action: Coordination with Operations Department
8305003	Change ISOLOCKS	Lack of materials	No action: Work in progress
7006027	Isolation of V210 & V350 from MS during cleaning	Repair pumps	Action: Coordination with Operations Department
Sixth week 8205010	Signal from compressors operation to DCS	Lack of protection relays K-85340A/B	Action: Coordination with Operations Department
7006027	Isolation of V210 & V350 from MS during cleaning	Lack of design	Action: Coordination with Operations Department
8205021	Cyclon washing	Lack of T3 of signs	Action: Coordination with Operations Department
7005017	Polymerizer unit for laboratory	Lack of materials	No action: Work in progress
7006016	Chute side feeder	Pending to Operations Department	Action: Coordination with Operations Department

Fuente: (Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. 2012: 291)

El estudio de Nieto y colaboradores, concluyó lo siguiente²²:

- El porcentaje de actividades completadas se mejora cuando el programa de anticipación y los procesos semanales del plan de trabajo aplican adecuadamente.
- Todos los líderes de proyecto, supervisores y contratistas tienen un papel proactivo en controlar el desarrollo del proyecto.

²² Cfr. Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. 2012: 287-293

- Todos deben analizar las razones por las que el trabajo no se ha completado e identificar los requisitos previos básicos y /o las herramientas necesarias para completar una actividad al participar de manera más activa, se sentirán más involucrados y motivados.
- El número de razones por las que no se había completado el trabajo, pudo ser reducido considerablemente cada semana.
- De las 158 restricciones que se identificaron, 41 limitaciones fueron clasificados como acciones y 15 fueron eliminados.
- El análisis de las restricciones permitió analizar la naturaleza de las causas importantes que limitaban una actividad y que debían ser detectadas a tiempo.
- Se concluyó que el LPS es una herramienta que ayudó a mejorar el desempeño.

2.6.2 Beneficios al emplear la herramienta del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” para mejorar el control de la planificación de los plazos de ejecución del proyecto.

Uno de los beneficios de la implementación de la herramienta del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” es mejorar el control de la planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto de construcción e incrementar la confiabilidad en tal planificación.

Tal como dice Hamzeh, F. R., Zankoul, E., & Rouhana, C. Una planificación ineficiente conduce al fracaso de los proyectos de construcción:

“Poor planning ranks among the leading causes of project failures (Skaik, 2010). Deficiencies in construction planning include: (1) focusing on front end planning and critical path method (CPM) scheduling and neglecting methods planning and lookahead

planning; (2) developing lookahead plans from master schedules incorrectly and not following standardized planning processes; (3) using planning to control delays after their occurrence rather than using action planning to guide projects and anticipate failures; (4) paying the most attention to the decision-making proper while ignoring the planning process and the steps required to perform the actions; and (5) misusing the make-ready process in poor identification and removal of constraints (Laufer and Tucker, 1987; Ballard, 1997; Hamzeh et al., 2012).” (Hamzeh, F. R., Zankoul, E., & Rouhana, C. 2015: 243)

“La mala planificación se encuentra entre las principales causas de fracaso de los proyectos (Skaik, 2010). Las deficiencias en la planificación de la construcción incluyen: (1) Centrarse en una planificación extremadamente adelantada y el uso del método de la ruta crítica de programación (CPM), sin tener en cuenta la planificación de métodos y la planificación adelantada a corto plazo; (2) el desarrollo de planes de búsqueda hacia delante a partir de programas maestros mal concebidos y no estandarizados según los procesos de planificación; (3) el uso de la planificación para controlar los retrasos después de su ocurrencia, en lugar de emplear la planificación de acciones para guiar los proyectos y anticipar los errores; (4) prestar mayor atención a la adecuada toma de decisiones sin tener en cuenta el proceso de planificación y los pasos necesarios para llevar a cabo las acciones; y (5) el mal uso del proceso de puesta a punto con una mala identificación y eliminación de restricciones (Laufer y Tucker, 1987; Ballard, 1997; Hamzeh et al, 2012). “(.Hamzeh, FR, Zankoul, E., y Rouhana, C. 2015: 243)

Según los autores, se deduce que las principales fallas de la planificación se encuentra en lo siguiente¹⁴:

- Descuidar la planificación anticipada y descuidar los métodos adecuados de planificación, centrándose únicamente en la ruta crítica.
- No seguir una planificación estandarizada de procesos o desarrollar planificaciones anticipadas a partir de planes maestros de una manera incorrecta.
- Utilizar la planificación para controlar los retrasos después de su aparición, en lugar de utilizar la planificación de la acción, para orientar los proyectos y anticipar los fracasos.
- Ignorar el proceso de planificación y los pasos requeridos para realizar las acciones.
- Una deficiente identificación y eliminación de restricciones.

Son estos aspectos, los que se tienen en cuenta en el “Last Planner” y “PPC” para mejorar la planificación en el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto. Recordemos que la planificación intermedia o lookahead, es esencial en el sistema del último planificador, pues conecta el plan maestro y el plan de fases, con el compromiso de la planificación. El principal rol de la planificación intermedia es desglosar tareas del plan maestro y del plan de fases, dentro de las operaciones, hasta un nivel de detalle, requerido para el cumplimiento semanal y la ejecución de los equipos de trabajo responsables.

¹⁴ Cfr. Hamzeh, F. R., Zankoul, E., & Rouhana, C. 2015: 243-258

También se encarga de identificar restricciones y luego, preparar tareas, para eliminar las restricciones correspondientes. Tengamos en cuenta también que en el LPS (Last Planner System), el flujo de trabajo confiable se mide en el plan de porcentaje completo

(PPC), el cual representa el porcentaje de tareas al cabo de la programación intermedia (semanal). Lo que a su vez indica, qué tan eficiente, ha sido nuestra planificación.

A continuación, se muestra una vista comparativa entre la planificación tradicional y la planificación Lean con el sistema del último planificador. (Ver gráfico 7 y 8):

Gráfico 7 Planificación Tradicional.

Figura 5. Planificación usual. Tomada de *Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas*, Alarcón L.F.

Figura 6. Sistema tradicional de planificación. Tomada de *Application of the new production philosophy to construction*, Koskela, L.

Fuente: (Porrás, Hernán et al. 2014:39;40)

Gráfico 8 Planificación Lean.

Figura 7. Sistema de Planificación Lean. Tomada de *Application of the new production philosophy to construction*, Koskela, L.

Figura 8. Sistema de planificación Lean. Tomada de *Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas*, Alarcón L.F.

Fuente: (Porras, Hernán et al. 2014:39;40)

Como se aprecia en los gráficos anteriores, en una planificación tradicional, se establece de antemano lo que debe hacerse y finalmente se termina haciendo lo que se puede. Mientras que en una planificación Lean, se empieza por determinar que debería hacerse, que puede hacerse realmente y finalmente, que es lo que verdaderamente se hará.

Algunos autores recomiendan el uso combinado del Sistema del último planificador con el método de la cadena crítica, abordando el flujo de trabajo desde sus respectivas perspectivas:

“En la última reunión del International Group for Lean Construction IGLC celebrada en julio de 2010, Koskela, Stratton y Koskenvesa presentaron una ponencia en la que realizaban un análisis comparativo entre los métodos SUP y Cadena Crítica. En la misma concluyeron que:

Ambos métodos de planificación abordan el trabajo como un flujo, si bien lo hacen desde diferentes perspectivas:

- la Cadena Crítica (CCM) protege el flujo de trabajo mediante reducir el impacto de la variación por medio de colchones agregados.
- SUP (LPS) protege el flujo de trabajo mediante reducir la causa de la variación.”(Sánchez-Losada, J. M. 2012: 219).

Por otro lado, el “Last Planner” reduce el empleo de buffers o amortiguadores. Los búfers suelen usarse para hacer frente a la variabilidad e incertidumbre propia de los proyectos de construcción:

“Buffers are used in construction to absorb variation caused by the inherent complexity and uncertainty present in construction projects. The case studies presented here focus on time buffer added to construction task durations.”(Russell, M. M., Liu, M., Howell, G., & Hsiang, S. M. 2015:1)

“Los amortiguadores se utilizan en la industria de la construcción para absorber las variaciones causadas por la complejidad inherente y la incertidumbre presente, en los proyectos de construcción. Los estudios de casos presentados aquí se centran en los amortiguadores de tiempo añadidos en la duración de las tareas de construcción.” (Russell, MM, Liu, M., Howell, G., y Hsiang, SM 2015: 1)

Existen diversos tipos de Buffer (Ver Cuadro 15):

Cuadro 15 Tipos de Buffer.

Table 1. Types of Buffer Defined

Type of buffer	Definition
Inventory	Buffers of physical material stockpiles (Horman and Thomas 2005); large buffers of inventory can lead to congestion, which impedes performance, but material stockpiles that are too low can lead to stopped, slowed, or disrupted production.
Capacity	Buffers of additional manpower or equipment provided to an operation beyond the anticipated need for completion (Horman and Thomas 2005); additional capacity gives an operation the ability to rapidly respond to situations caused by uncertainty and variability; too much capacity buffer can also result in inefficient labor and equipment use.
Plan	Buffers that are inventories or backlogs of workable assignments (Ballard and Howell 1995); a plan buffer provides alternative tasks for crews to perform that keep them working in the right sequence when the main tasks planned cannot be performed or when assignments are completed sooner than expected.
Time	Buffer that takes the form of additional time added into a task to protect against uncertainty and to absorb variation; the concept of float is one such use of a time buffer and is seen in the critical path method. Float provides some flexibility in determining start dates for activities, without delaying the project's completion (Alves and Tommelein 2004). A similar example is the use of a deliberate pause or time lag inserted between steps in an operation (Horman and Thomas 2005). Lee et al. (2006) point out that time buffers have been used mainly as a contingency such as adding a percentage of the activity duration at the end of the activity to accommodate uncertain and variable conditions.
Financial	Money in construction project budget reserved to pay for unforeseen design or construction costs (Risner 2010).

Fuente (Russell, M. M., Howell, G., Hsiang, S. M., & Liu, M. 2013: 04013008-2)

En el cuadro adjunto (Ver cuadro 15), se define cinco tipos de amortiguadores o búfers, estos son de inventario, de capacidad, de plan, de tiempo y financieros. Con respecto al buffer de inventarios el autor explica que grandes reservas de inventario pueden conducir a la congestión, lo que impide el rendimiento, pero las existencias de material que son demasiado bajas pueden conducir a detener, ralentizar, o interrumpir la producción. El búfer de capacidad, este búfer se refiere a búferes de mano de obra adicional o equipo proporcionado a una operación más allá de la necesidad anticipada de completarse. En este caso, la capacidad adicional da a una operación la habilidad de responder rápidamente a situaciones causadas por la incertidumbre y la variabilidad; Sin

embargo, demasiado tampón de capacidad también puede resultar en trabajo ineficiente y uso de equipo. El búfer de plan proporciona tareas alternativas que deben realizar las tripulaciones para mantenerlas funcionando en la secuencia correcta cuando las principales tareas planificadas no pueden realizarse o cuando las asignaciones se completan antes de lo esperado. El búfer de tiempo, se refiere al tiempo adicional añadido a una tarea, este concepto se ve mucho en el método de la ruta crítica. Este búfer proporciona cierta flexibilidad para determinar las fechas de inicio de las actividades, sin retrasar la finalización del proyecto. Finalmente el búfer financiero, se refiere al dinero en un proyecto de construcción reservado para pagar costos imprevistos de diseño o construcción.

En 2013, Russell, M. M., Howell, G., Hsiang, S. M., & Liu, M., publicaron un artículo, relacionado a la aplicación de búfers de tiempo. El artículo fue publicado en el *Journal of Construction Engineering & Management*.²⁸ En él, Russel y sus colaboradores investigaron las causas del uso de los búferes de tiempo en los proyectos de construcción. El estudio identifica causas, según su frecuencia y severidad.

²⁸ Cfr. Russell, M. M., Howell, G., Hsiang, S. M., & Liu, M. 2013: 1-10

Los investigadores determinaron que las doce causas más frecuentes de los amortiguadores de tiempo, fueron la complejidad del proyecto, la complejidad de la

tarea comercial, la calidad de los documentos, el tamaño del proyecto, la coordinación requerida con otros oficios, el período del contrato, la constructibilidad del diseño, la tendencia de los cambios de alcance, el acceso al área de trabajo y el clima. Esto se observa en la siguiente tabla (Ver cuadro 16):

Cuadro 16 Top de las causas severas más frecuentes para planificar tiempo Buffer.

Table 4. Overall Top 12 Most Frequent and Severe Causes of Time Buffers

Cause	Average frequency	Category
Project complexity	3.90	Project characteristics
Complexity of trade task	3.79	Project characteristics
Quality of documents	3.54	Detailed design/working method
Size of project	3.32	Project characteristics
Required coordination with trades	3.23	Management/supervision/information flow
Contract period	3.11	Project characteristics
Design constructability	3.01	Detailed design/working method
Tendency for scope changes	2.93	Management/supervision/information flow
Material transfer distance	2.90	Work/jobsite conditions
Material transfer method	2.88	Work/jobsite conditions
Work area access	2.84	Work/jobsite conditions
Weather/climate	2.84	Weather

Fuente: (Russell, M. M., Howell, G., Hsiang, S. M., & Liu, M. 2013: 04013008-6)

Por otro lado, las doce causas más severas fueron la calidad de los documentos, la complejidad de la tarea comercial, la tendencia a los cambios de alcance, el clima, la constructibilidad del diseño, el tamaño del proyecto, el acceso al área de trabajo, los requisitos estrictos de especificación, los requisitos de control de calidad, la baja Grado de repetición y materiales tardíos. Véase la siguiente tabla (Ver Cuadro 17):

Cuadro 17 Severidad promedio

Cause	Average severity	Category
Quality of documents	2.14	Detailed design/working method
Project complexity	1.93	Project characteristics
Complexity of trade task	1.91	Project characteristics
Tendency for scope changes	1.61	Management/supervision/information flow
Weather/climate	1.56	Weather
Design constructability	1.44	Detailed design/working method
Size of project	1.41	Project characteristics
Work area access	1.35	Work/jobsite conditions
Strict specification requirements	1.34	Detailed design/working method
Quality control requirements	1.24	Detailed design/working method
Low degree of repetition	1.24	Detailed design/working method
Late materials	1.24	Materials and components

Fuente: (Russell, M. M., Howell, G., Hsiang, S. M., & Liu, M. 2013: 04013008-6)

Como se ve, en este estudio, los principales factores asociados al uso de buffers de tiempo, son la información y la comunicación (aspectos intangibles), las cuales deben ser mejoradas para asegurar el flujo de trabajo.

Esta investigación permitió identificar los buffers de tiempos más frecuentes y severos en los proyecto de construcción en estudio. A demás dice, que dependiendo de los recursos disponibles, los gerentes de la construcción deben enfocarse primero en los factores de alta frecuencia / alta severidad, seguidos por los factores de baja frecuencia / alta severidad, y finalmente los factores de alta frecuencia / baja severidad. Los factores de baja frecuencia / baja gravedad, son menos propensos a requerir atención.

En junio del 2013, en la edición 231,de la Revista peruana Costos, se publica la aplicación exitosa del “Last Planner” en la gestión de su proyecto de construcción: el edificio Schreider 220 ubicado en el corazón financiero de san isidro y promovido por la empresa inmobiliaria Marcan¹⁰:

“Schreiber 220 es un edificio de nueve pisos, el cual alberga 37 modernas oficinas, con superficies entre 35,55 m² y 441 m²” (Grupo S10 2013:26)

En este proyecto, fue clave la aplicación del BIM (Building Information Modelling), para obtener metrados exactos y visualizar la sectorización de la obra. Así como también, para una ejecución exitosa del “Last Planner” en planificación, fue clave, las reuniones de coordinación semanal, en las que participaron todos los entes productivos, como capataces, jefes de cuadrillas, maestros de obra, proveedores y capataces de los subcontratistas.

En noviembre del 2014, la Revista peruana Costos, en su edición 248, publica la exitosa aplicación del Ingeniero Gideón Vicencio Salazar, ganador del concurso de Papers del primer congreso internacional BIM.⁹ En este trabajo se implementa la aplicación de las herramientas “Last Planner” y BIM (Building Information Modelling) en un proyecto de edificación de un moderno hotel en Lima.

⁹ Cfr. Grupo S10 2014 : 54-58

¹⁰ Cfr. Grupo S10 2013 : 26-30

En este artículo, el autor, hace hincapié, en que los procesos constructivos, son distintos de los procesos productivos seriados o en masa, por lo cual, no se puede crear prototipos.

Otro punto, son los imprevistos que pueden modificar, el curso de una obra de construcción. Así como otros factores, a tomar en cuenta, tales como, la relación con los proveedores o con otras empresas que brinden soporte. En ese sentido, es clave, elaborar una planificación anticipada. Además, en este estudio, se evalúa la aplicación del último planificador y su métrica (el porcentaje de actividades completadas). En esta implementación del LPS (Last Planner System), se buscó el compromiso de los últimos planificadores. Por otro lado, el uso del BIM (Building Information Modelling), buscó centralizar la información del proyecto en sistemas computacionales y proveer un modelo exacto con información centralizada. En este estudio, el BIM (Building Information Modelling) funcionó como una herramienta de apoyo y potenciamiento del LPS (Last Planner System). Se deduce, que el empleo combinado del BIM con el “Last Planner” permitió un mejor entendimiento y visualización del proyecto por parte de los participantes, se agilizaron las reuniones semanales, y también, las labores de cálculo de metrados se mantuvieron actualizadas y automatizadas con el manejo del BIM (Building Information Modelling).

En 2015, Russell, M. M., Liu, M., Howell, G., & Hsiang, S. M., realizaron un estudio a cerca de estos buffers o amortiguadores. Los casos presentados se centran en el tiempo de amortiguación añadido a las duraciones de la tarea de construcción. Para esta investigación, el búfer de tiempo, se define como tiempo extra añadido, durante la planificación, a las duraciones de las tareas individuales, para compensar la incertidumbre y proteger contra la variación del flujo de trabajo. Se llevaron a cabo dos casos de estudio, uno con un contratista mecánico y otro con un gran contratista general. Esta investigación contribuyó investigando el impacto del tiempo de amortiguación en

el desempeño del proyecto; demostrando empíricamente el efecto del último sistema planificador (LPS) sobre la reducción del tiempo de amortiguación y el aumento del porcentaje de planificación completada (PPC); y realizando un examen de las tendencias del almacenamiento intermedio de diferentes tipos de actividades.²⁹ Los resultados demuestran que el LPS es un ejemplo, de una estrategia de planificación eficaz para los gerentes de construcción, pues les permite mejorar el desempeño del proyecto y les ayuda a entender, lo que impulsa la necesidad de un amortiguador, en sus calendarios de construcción, permitiendo esfuerzos centrados en abordar estratégicamente las áreas más críticas de preocupación e incertidumbre.

²⁹ Cfr. Russell, M. M., Liu, M., Howell, G., & Hsiang, S. M. 2015: 1

2.6.3 Beneficios al emplear la herramienta del “Last Planner” y “PPC” para mejorar la integración de las áreas productivas.

Las herramientas del “Last Planner” y “PPC” permiten mejorar la integración de las áreas productivas pues entienden al proceso de construcción como una secuencia de actividades interrelacionadas entre sí y que agregan valor. En ese sentido, evaluar periódicamente los porcentajes de plan cumplido (PPC), permite saber qué tanto ha evolucionado la integración de las áreas productivas. Asimismo, al identificarse al último planificador o responsable de cada actividad, se tendrá identificada a la persona que gestionará el abastecimiento de recursos en la cadena de suministro de tales áreas productivas integradas, asegurando así que el flujo de trabajo no se interrumpa. También es importante, para asegurar la integración, que exista una comunicación intensiva entre los equipos multidisciplinarios y un monitoreo sistemático durante la ejecución de los trabajos. Esto es, lo que explica Baldwin y Bordoli en las siguientes líneas:

“Laufer (1997) summarised nine principles of simultaneous management in three groups:

-Planning : Planning includes three principles: systematic and integrative planning, timely adjusted to uncertainty, and systematically managing uncertainty. When interdependent tasks cannot be decoupled, absorb the uncertainty by employing redundant resources selectively, or manage the interface between interdependent tasks.

-Leadership and integration: Leadership and integration includes three principles: inward and outward leadership, multi-phase integration and multi-disciplinary teams.

-Systems: Simultaneous management is enabled by commitment to three principles: intensive communication, simple procedures and systematic monitoring.

The simultaneous management style of management was generated from practice and has been tested successfully in many real-life settings.” (Baldwin, A., & Bordoli, D. 2014:42)

“Laufer (1997) resumió los nueve principios de la gestión simultánea en tres grupos:

-Planificación: La planificación incluye tres principios: la planificación oportuna, sistemática e integral, ajustada a la incertidumbre y con una gestión sistemática de la misma. Cuando las tareas interdependientes no pueden ser desacopladas, se debe absorber la incertidumbre mediante el empleo selectivo de recursos redundantes, o administrar la interfaz entre tareas interdependientes.

-Liderazgo e integración: El liderazgo y la integración incluyen tres principios: hacia adentro y hacia afuera del liderazgo, integración de múltiples fases y equipos multidisciplinarios.

-Sistemas: Gestión simultánea es lograr el compromiso de tres principios: la comunicación intensiva, procedimientos sencillos y vigilancia sistemática.

El estilo de gestión simultánea se generó a partir de la práctica y ha sido probado con éxito en muchas situaciones de la vida real.”(Baldwin, A., y Bordoli, D. 2014: 42)

Al conseguir una integración de las áreas productivas, se pretende solucionar la falta de cooperación entre las partes que intervienen en el proyecto y cambiar las actitudes de individualismo que genera ineficiencias y pérdidas, y se constituyen en obstáculos para la creación de valor. A través de la aplicación del “Last Planner” y “PPC”, se mejora la forma de organizar a todas las personas que trabajan en el proyecto en un equipo de trabajo colaborativo junto al cliente para entender mejor las ideas que cada quien desea aportar, al final la metodología a seguir será la intersección de todas esas ideas sobre el diseño y de las etapas de construcción, de esta forma, se optimiza, la ejecución de los trabajos de construcción.²⁶

²⁶ Cfr. Porras, Hernán et al. 2014: 32-53

A continuación se muestra la diferencia entre trabajar con áreas productivas integradas y trabajar según el modelo tradicional que tiene como metodología de implementación la ruta diseño-licitación-construcción. (Ver Gráfico 9):

Gráfico 9 Modelo tradicional de ejecución de proyectos vs modelo integrado.

Figura 10. Modelo tradicional de ejecución de proyectos *vs* modelo integrado
Tomada de <http://innovatecbuild.com/category/construction/>.

Fuente: (Porras, Hernán et al. 2014:44)

Tal como se ve en la cuadro anterior, dentro del modelo tradicional, los constructores de procesos superiores sólo intervienen una vez que se ha terminado sustancialmente el diseño; sin embargo, cuando las áreas productivas trabajan de manera integrada, todos los miembros del equipo trabajan bajo objetivos compartidos ;A demás, entienden lo que el cliente quiere desde el comienzo hasta el fin, entienden la forma secuencial en la que se llevará a cabo el proyecto de construcción y entienden los medios para poder cumplirlo. Entonces al trabajar de manera integrada, se mejoran las relaciones y consiguientemente, se optimizan los tiempos de entrega de un proyecto, mediante una mayor participación del propietario y partiendo de una planificación eficiente.Tal como explica el autor en las líneas siguientes, el LPS un conjunto de empresas interrelacionadas entre sí, gestionan recursos de la mejor manera posible dentro de la cadena de suministro de sus procesos constructivos:

“The LPS can be regarded as a practical organization of construction site production inspired by, or consistent with, central aspects of the thinking associated with supply chain management (SCM) in construction – according to which a series of legally independent companies need to collaborate in one way or the other in order for construction projects to be realized” (Kalsaas, B. T. 2012:88)

“El LPS puede ser considerado como una organización práctica de la producción de obra de construcción inspirados por, o consistente con, los aspectos centrales del pensamiento asociado con la gestión de la cadena de suministro (SCM) en la construcción - según el cual una serie de empresas legalmente independientes deben colaborar de una manera u otra a fin de que los proyectos de construcción se realicen”(Kalsaas, BT 2012: 88)

2.6.4 Beneficios al emplear la herramienta del “Last Planner” y “PPC” para mejorar el flujo de comunicaciones del personal.

Los beneficios de implementar las herramientas del “Last Planner” y “PPC” mejoran los flujos de comunicación entre el personal involucrado. Esta mejora se basa principalmente en la colaboración, es decir en la confianza entre las partes que desarrollan el proyecto, La integración que se promueve genera buenos resultados, siempre y cuando, las personas, se respeten mutuamente, y se enfoquen en obtener buenos resultados para el proyecto y no se desvíen en lograr metas individuales.

La implementación del “Last Planner” y “PPC” ayuda a fortificar los principios de la integración de los equipos de trabajo. En el año 2014, Porras y sus colaboradores, realizan una revisión actual de la filosofía “ Lean Construction”, en esta revisión proponen que los principios de integración de los equipos de trabajo son: el respeto mutuo y la confianza entre los participantes, el beneficio mutuo y la recompensa entre los participantes, la innovación y toma de decisiones colaborativa, la definición

anticipada de objetivos, la planificación intensa, las comunicaciones claras, abiertas y formales, las tecnologías adecuadas, la organización y el liderazgo adecuados.

En este trabajo integrado, se logra un trabajo conjunto del propietario, la ingeniería, la supervisión y el contratista o constructor, desde la etapa de diseño inicial hasta la finalización de la misma. La clave del éxito de este trabajo integrado dependerán del compromiso de los participantes y de la colaboración eficaz.²⁶

Según Kalsaas, B. T., la base del “Last Planner” es la cooperación entre los responsables de cada partida en el proyecto de construcción:

“The LPS is based on extensive cooperation between different contractors and subcontractors who commit to coordinating their activities in increasing detail as the practical implementation approaches.” (Kalsaas, B. T. 2012:88)

“El LPS se basa en una amplia cooperación entre los diferentes contratistas y subcontratistas que se comprometen a coordinar sus actividades conforme aumenta el detalle de los enfoques de aplicación práctica.” (Kalsaas, BT 2012: 88)

En el 2011, Viana, D. D., Formoso, C. T., & Isatto, E. L., describen el modelamiento de la red de compromisos en el sistema del último planificador. En ese sentido la coordinación del trabajo debería basarse en flujos de compromiso. El compromiso surge cuando existe una petición por parte de una persona y de otro lado, otra persona, se compromete a cumplir con esa petición.³⁴

²⁶ Cfr. Porras, Hernán et al. 2014 : 32-53

³⁴ Cfr. Viana, D. D., Formoso, C. T., & Isatto, E. L. 2011: 55-67

El objetivo de esta investigación fue diseñar un método para modelar la red de los compromisos y analizar las reuniones de planificación.

“The Language/Action Perspective (LAP) is a way of representing the network of commitments of an organization” (Viana, D. D., Formoso, C. T., & Isatto, E. L. 2011:56)

“El lenguaje / Acción Perspectiva (LAP) es una forma de representar la red de compromisos de una organización”(Viana, DD, Formoso, CT, y Isatto, EL 2011: 56)

El bucle de compromiso que describen tiene cuatro fases (Ver Gráfico 10):

Gráfico 10 Fases del bucle de compromiso.

Figure 1: the Action Workflow (promise) cycle (after Flores)

Fuente (Viana, D. D., Formoso, C. T., & Isatto, E. L. 2011:57)

“Koskela and Howell (2002) pointed out a strong connection that exists between Last Planner commitment planning and the Language-Action Perspective (LAP)” (Viana, D. D., Formoso, C. T., & Isatto, E. L. 2011: 56)

“Koskela y Howell (2002) señalaron una fuerte conexión que existe entre el compromiso del último planificador con la planificación y el lenguaje-acción de perspectiva (LAP)” (Viana, DD, Formoso, CT, y Isatto, EL 2011: 56)

A continuación se presenta un esquema de una red de compromisos. En esta red, existen bucles de compromiso entre los participantes, a raíz de alguna responsabilidad, asignada para la adquisición de equipos y materiales. Asimismo, se observa una lista de símbolos adoptados para mapear una red de compromisos. (Ver Gráfico 11):

Gráfico 11 Lista de símbolos adoptados para mapear una red de compromisos.

Figure 2 - Networks of commitments to remove material and equipment constraints

Table 2 - Symbols adopted for mapping the network of commitments

Failure on the loop phase		Workflow loop
Breakdown		Hidden workflow loop
Causal relationship between loops		Previous system evaluation by the actor
Conditional relationship between loops		Previous problem perception by the actor
Verbal communication		Communication through the work packages document
Communication through internal system		Indicates that different paths can lead to the same point

Fuente (Viana, D. D., Formoso, C. T., & Isatto, E. L. 2011: 56)

También, en los análisis de las reuniones, se tuvo en cuenta dos aspectos: la verificación de cumplimiento, de los paquetes de trabajo, previstos en semanas anteriores; y, los nuevos paquetes, esto es, cuando nuevas asignaciones se discuten con los líderes del equipo de trabajo.

El estudio se hace en una empresa constructora brasilera de mediano tamaño (Compañía A) y otra empresa constructora brasilera de gran tamaño (Compañía B), ambas, usaban “Last Planner” para el hacer seguimiento a sus proyectos. El enfoque del análisis de la

investigación, fue la comprensión, de cómo se gestionaron los compromisos durante las reuniones, y cómo, cada empresa, creó un ambiente de confianza, para hacer promesas. La red de compromisos fue mapeada a través de un flujo de procesos donde se observaban fallos o rupturas en los bucles de compromiso, dependiendo si se contaba o no con capacidad para ejecutar ciertas actividades. El esquema de este mapeo de la red de compromisos ya ha sido colocado líneas arriba. De este estudio, se concluyó que el análisis de la red de compromisos, puso de manifiesto, la complejidad que existe para que los encargados de la construcción traten de alcanzar una meta específica. En algunos casos, las formas de iniciar un proceso son distintas, lo que aumenta la necesidad de un método de coordinación efectivo. Por otra parte, los mapas subrayaron algunos fallos a lo largo de las redes, que pueden ser vistas como oportunidades de mejora, ya que éstas pueden causar interrupciones en el proyecto.

2.6.5 Beneficios al emplear la herramienta del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” para la detección de causas de no cumplimiento de la planificación.

En los proyectos de construcción es importante reducir la variación, es decir, la diferencia entre lo planeado y lo sucedido. Esto se debe a que al reducir la variación, logramos estabilizar el flujo de trabajo. También es importante decir que valores óptimos del PPC (Porcentaje de plan cumplido) indican un aumento de la productividad y una disminución de la variación propia de los proyectos de construcción. Por tanto, uno de los beneficios del “Last Planner” y “PPC” es reducir la variabilidad evaluando

las causas de no cumplimiento en términos de tiempo de inicio, como en términos de duración de cada tarea.

Pocas investigaciones han propuesto un método sistemático de priorizar qué causas de variación deben ser objeto de atención durante el proceso de planificación para la reducción y / o eliminación. (Wambeke, B. W., Liu, M., & Hsiang, S. M. 2012:491)

Por otro lado, los gerentes de proyecto deben entender que concentrar sus esfuerzos en la eliminación de las causas de variación proporcionará el mayor beneficio en términos de rendimiento del proyecto de construcción. Lo ideal es usar una matriz de evaluación de riesgos para estudiar la variación.

El riesgo resultante, ilustrado como bajo, moderado, alto y extremadamente alto, pueden entonces ser priorizados para mitigación y / o eliminación. A continuación se muestra un ejemplo de una matriz de evaluación de riesgos. (Ver Gráfico 12):

Gráfico 12 Matriz de evaluación de Riesgos.

		Frequency or Likelihood				
		Rare	Unlikely	Possible	Likely	Certain
Severity	Catastrophic	M	H	E	E	E
	Major	M	H	H	E	E
	Moderate	L	M	H	H	E
	Minor	L	L	M	H	H
	Low	L	L	L	M	M

Key: L = Low M = Moderate H = High E = Extreme

Fig. 1. Risk assessment matrix

Fuente : (Wambeke, B. W., Liu, M., & Hsiang, S. M. 2012:492)

Como se ve en esta matriz, el riesgo se compone de frecuencia y gravedad. Ejemplo las causas que tienen una alta frecuencia y una alta severidad caen en la esquina superior derecha de la matriz.

En la matriz de riesgos se prioriza las causas a eliminar basándose en la severidad antes que en la frecuencia de ocurrencia. Esto involucra un análisis de concienzudo de expertos y tiene un componente de subjetividad.

La matriz de evaluación de riesgos es valiosa porque se considera Frecuencia y gravedad, y se justifica cuando hay capacidades limitadas para afectar simultáneamente múltiples causas de variación.³⁶

Es recomendado realizar un análisis de cinco porqués, pues es un medio potencial para determinar la razón raíz de la ocurrencia de la variación.³⁶

En el siguiente caso que se presenta a continuación se trabajó con dos grupos de contratistas mecánicos especializados en plomería, calefacción, ventilación y aire acondicionado. Ambos grupos estaban interesados en determinar si el uso del método LPS sería efectivo en Reducir la variación, aumentar la productividad y ahorrar los costos. El primer grupo, aplicó la metodología Last Planner System, mientras que el segundo grupo se basó en una planificación tradicional. Para la priorización de causas de incumplimiento; el primer grupo, empleó una matriz de riesgos, en la cual se consideró frecuencia y severidad de manera subjetiva y en base al juicio de expertos. También, se empleó un pareto para graficar únicamente la frecuencia de las causas de incumplimiento.

³⁶ Cfr. Wambeke, B. W., Liu, M., & Hsiang, S. M. 2012: 496

Por otro lado, en base a la matriz de riesgos, se identificó que las principales causas de incumplimiento (dada su mayor severidad) fueron las siguientes: No anticipar requerimientos de material y espera a respuestas por preguntas de cambio de diseño.

Ver figura adjunta del Pareto (Ver Gráfico 13):

Gráfico 13 Pareto de causas de variación.

Fig. 4. Pareto chart of causes of variation

Fuente: (Wambeke, B. W., Liu, M., & Hsiang, S. M. 2012:495)

Ver figura adjunta de la matriz de riesgos. (Ver Gráfico 14):

Gráfico 14 Causas de variación del riesgo.

Fig. 5. Causes of variation for 16-week LPS project

Fuente: (Wambeke, B. W., Liu, M., & Hsiang, S. M. 2012:496)

Al final del estudio, se concluyó que el grupo que había aplicado el sistema del último planificador y la matriz de riesgos, logró mejoras significativas en su productividad y en sus costos de operación. Los porcentajes de mejora se detallan a continuación:

“Using the LPS approach not only reduced variation during the execution of the LPS project, it resulted in a 35% higher productivity performance than the non-LPS project. The benefit of improved productivity performance clearly outweighed the additional planning costs of using the LPS method, as was evident by the 13:1 benefit–cost ratio.” (Wambeke, B. W., Liu, M., & Hsiang, S. M. 2012:497)

“El uso del LPS no sólo reduce la variación durante la ejecución del proyecto, también permite obtener un rendimiento productivo 35% más alto que los proyectos que no usan LPS. El beneficio de un mejor rendimiento de productividad claramente superó los costos adicionales de planificación del uso del método LPS, lo cual fue evidente por el ratio costo-beneficio del 13:1.” (Wambeke, BW, Liu, M., y Hsiang, SM 2012: 497)

Esta investigación sirvió para llenar una brecha en el conocimiento relativo a la variación de los planes de trabajo semanales. Además, identifica las principales causas de variación en cuanto al riesgo que representan para el proceso de construcción de un contratista mecánico. La investigación proporcionó un medio para evaluar y priorizar

estrategias de planificación enfocadas en la reducción o eliminación de la variación, mejorando así el desempeño del proyecto y disminuyendo el número de tareas que no se completan. Aunque la investigación se centra en un contratista mecánico, la metodología puede ser adoptada también por otros rubros.

En febrero del 2014, la Revista Costos, en su edición 239, publica un artículo relacionado con la aplicación del “Last Planner” en Perú:

“Este es un resumen de la ponencia del Ing. Jorge Miranda Gamarra, reconocido especialista en Lean Construction, que brindó en el Seminario Internacional Mejoramiento de Proyectos de Construcción con Lean Project Management, organizado por costos”(Grupo S10 2014: 54).

En esta ponencia se evalúa las causas de presupuestos adicionales en obras. En muchos casos demoras en las licencias hace que las empresas opten por lanzar diseños poco maduros para licitación de construcción, lo cual trae como consecuencia la solicitud de adicionales de presupuesto durante la ejecución de la obra. El ponente aplica encuestas de detención para detectar diversos tipos de esperas por materiales, esperas por información, esperas por equipos, esperas por trabajadores. En este caso, se emplea el ciclo de mejora continua para identificar las pérdidas métricas. Con la finalidad de analizar las esperas por liberación de frentes de trabajo, se analizó, las pérdidas generadas en las líneas de balance de las cuadrillas asignadas a diversos procesos. Se identificó que por la falta de liberación de frentes, había un ritmo de producción diario inconstante, es decir volúmenes de trabajos no parecidos. Otro criterio a considerar son los cuellos de botellas en la producción como causa de ritmos de producción no constantes. En el artículo se deduce que la implementación del “Last Planner” fue trascendental para coordinar el trabajo de las cuadrillas y requirió una alta cooperación de los responsables de corregir las restricciones a tiempo para asegurar la continuidad del flujo de trabajo.⁹

2.6.6 **Medición de los resultados antes y después de la aplicación del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)”.**

Existen dos conceptualizaciones de gerenciamiento en los proyectos:

El MBR (Managing by results) y el MBM (Managing by Means).

El MBR (Managing by results) se conoce como la gestión por resultados. Según este pensamiento, el objetivo del gerente es lograr que sus colaboradores alcancen o excedan objetivos financieros de la organización. El pensamiento MBR (Managing by results) es adecuado para los sistemas mecánicos, ya que descuida los atributos de las organizaciones que difieren de la mecánica. El pensamiento MBR (Managing by results) adopta el supuesto reduccionista de que la optimización de partes de un todo optimiza el conjunto. Sin embargo, los sistemas organizativos tienen relaciones aún más complejas entre sus subsistemas y partes, haciendo así que la suposición reduccionista de MBR sea totalmente inadecuada.

La métrica del MBR (Managing by results) es el EVM (Earned Value Method) o método del valor ganado.

⁹ Cfr. Grupo S10 2014: 54-58

El método del valor Ganado es una técnica de control de proyectos, que proporciona una Medida del rendimiento laboral. Se trata de acreditar dinero u horas de trabajo basado en las tasas unitarias para los distintos tipos del trabajo realizado. Se dice que la

técnica del valor ganado es superior al calendario independiente y al control de costos, para evaluar el progreso del trabajo , con el fin de identificar el posible desvío del cronograma y las áreas de sobrecostos presupuestarios. El paquete de trabajo y el análisis de varianza son componentes principales de EVM (Earned Value Method).

Una estructura de desglose de trabajo o WBS (Work Breakdown Structure) divide un proyecto en el elementos de trabajo a realizar. Dentro de una estructura desglosada de trabajo que provee un campo de responsabilidad, la WBS (Work Breakdown Structure) define cuentas de costos, que funcionan como puntos de control. Los puntos de control de gestión representan el desglose más detallado para el control del proyecto donde los recursos son asignados, los costos son recolectados y el desempeño es formalmente evaluado.

Los análisis de varianza se hacen a partir de las cuentas de costos. Las cuentas de costos son definidas como un punto de control de gestión en el que costo real puede ser acumulado y comparado con el costo presupuestado para un trabajo realizado.

Las variaciones principales en el EVM (Earned Value Method) son:

CV (Cost Variance ó Varianza del costo) y SV (Schedule Variance ó Varianza del cronograma)

La data recogida para el análisis se divide en tres categorías (Kim, Y., & Ballard, G. 2010:224)

1.-ACWP – Costo real del trabajo realizado, costo incurrido real, generalmente en términos de dólares

O horas laborales, del trabajo realizado en un período de tiempo especificado.

2.-BCWP - Costo presupuestado del trabajo realizado, o valor acumulado, es el valor presupuestado, generalmente en términos de dólares o horas laborales, del trabajo realmente realizado en un período de tiempo.

3.- BCWS -Costo presupuestado del trabajo programado, es el valor presupuestado, usualmente en términos de dólares o Horas laborales, del trabajo programado para ser realizado en un período de tiempo.

Dado que el objetivo de EVM (Earned Value Method) es lograr una relación coste /Programa de monitoreo y sistema de control, requiere el seguimiento de CV (Cost Variance) y SV (Schedule Variance) como se menciona.

CV (Cost Variance) es la diferencia entre los costos presupuestados y los reales del trabajo realizado:

$$“CV = BCWP - ACWP$$

Or

$$CV\% = BCWP - ACWP /BCWP “ (Kim, Y., & Ballard, G. 2010:224)$$

SV (Schedule Variance) es la diferencia entre los costes presupuestados del trabajo y el coste presupuestado del trabajo previsto para ser realizado.

$$“SV = BCWP - BCWS$$

Or

$$SV\% = BCWP - BCWS/BCWS” (Kim, Y., & Ballard, G. 2010:224)$$

Las interpretaciones de los valores positivos o negativos de SV(Schedule Variance) y CV(Cost Variance) , se observan en la siguiente tabla (Ver Cuadro 18) :

Cuadro 18 Schedule and Cost Performance from CV and SV.

Table 1. Schedule and Cost Performance from CV and SV

Variance	(-)	0	(+)
CV	Cost overrun	On budget	Cost underrun
SV	Behind schedule	On schedule	Ahead of schedule

Fuente : (Kim, Y., & Ballard, G. 2010:224)

El costo y el rendimiento del programa son los objetos a medir en el EVM (Earned Value Method). Son objetivos de los procesos que incluyen la operación, Planificación, fiabilidad del sistema, etc.

Los gerentes toman decisiones como la asignación de recursos basada en el CV (Cost Variance) en el EVM (Earned Value Method).¹⁹

Por su parte, el MBM (Managing by means), es un pensamiento según el cual, los gerentes deben esforzarse primero por adherirse a prácticas disciplinadas como la atención a cómo se realiza el trabajo, coordinando entre las partes como un sistema y habilitando a aquellos que hacen el trabajo.¹⁹

Según este pensamiento, lo que decide la rentabilidad a largo plazo es la forma en que organiza el trabajo. El mundo no mecánico como la organización empresarial no está separados en partes independientes. Para este pensamiento, no es importante el rendimiento y eficiencia de cada parte, sino mas bien, enriquecer las relaciones entre las partes. El “Last Planner” refleja el pensamiento MBM (Managing by means) pues se focaliza en la confiabilidad del flujo de trabajo, asegurando el traslado del trabajo entre

especialistas. Mientras que el “PPC” (Porcentaje de plan cumplido) es una métrica de la confiabilidad del flujo de trabajo.

En octubre del 2010, Kim, Y., & Ballard, G. publican un artículo en la revista “Journal of Management in Engineering”. Este artículo estaba relacionado al pensamiento de la gerencia en el sistema del método del valor ganado y el sistema Last Planner. Los autores investigaron cómo la MBM (Managing by means) y la MBR (Managing by results) son eficaces en la planificación de la producción y en el control operacional. Los autores entrevistaron a 12 directores de proyecto y a 12 gerentes de primera línea en 22 proyectos en los que se implementó la planificación de la producción a nivel de operación. También se analizaron los documentos de control de producción pertinentes, tales como la programación semanal.¹⁹

¹⁹ Cfr. Kim, Y., & Ballard, G. 2010: 223-228

Del caso presentado, y en base a los resultados hallados, los autores concluyeron que el MBM es el método más apropiado para gestionar las obras a nivel operativo, pues aquí cada tarea es altamente interdependiente.¹⁹

En 2014, Emblemståg, J investigó cómo el LPP (Lean Project Planning) se ha utilizado con éxito en la gestión de valor para la construcción naval de un tanque llamado “Platform Supply Vessel”. Se puso a prueba el enfoque y se encontró una serie de mejoras a realizar, las cuales, se fueron implementando en el transcurso de ese año. Vale decir, que el LPP (Lean Project Planning) consistió en la aplicación y reforzamiento mutuo del “Last Planner” y del “EVM” con sus respectivos indicadores o métricas.⁶

¹⁹ Cfr. Kim, Y., & Ballard, G. 2010: 223-228

⁶ Cfr. Emblemståg, J. 2014:79-88

3 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

En el presente capítulo, se procederá a realizar el diagnóstico de la situación actual. Es decir, se explicarán los antecedentes de la industria, el proceso productivo, el problema y se procederá a analizarlo cuantitativamente, así como también, a realizar un análisis de causas. Finalmente se explicará las consecuencias del problema descrito.

3.1 ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA

Esta investigación surge de la necesidad de emplear nuevas herramientas para el control de los plazos de ejecución. Así como también, de la necesidad de cubrir expectativas íntimamente relacionadas a tal control. Estas expectativas serían: la eliminación de sobretiempos, re trabajos, rediseños, cambios de alcance, tiempos muertos, desperdicios; así como, la necesidad de gestionar adecuadamente los recursos, el tiempo y las cantidades requeridas. Asimismo, esta investigación surge de la necesidad de mejorar los rendimientos y eficiencias en el sector construcción dada la situación socioeconómica que se vive actualmente en nuestro país.

3.2 ORGANIZACIÓN OBJETIVO

La organización que se beneficiará con este proyecto es una compañía constructora dedicada a la ejecución de importantes proyectos de infraestructura minera y vial. Asimismo, se ha diversificado al rubro inmobiliario, producción de agregados y concesiones.

La visión de la compañía constructora es ser una empresa de referencia en el mercado peruano, marcada por una cultura de emprendimiento, e innovación, y un comportamiento socialmente responsable, que genere fuertes y duraderas relaciones de confiabilidad; A través de servicios reconocidos por su alta competencia técnica, enfocada en resolver los retos de sus clientes.

La misión de la compañía constructora es satisfacer a sus clientes y stakeholders; priorizando la calidad, el bienestar de los colaboradores y el desarrollo sostenible, con especial énfasis el respeto al medio ambiente, responsabilidad con las comunidades, seguridad y salud laboral.

Los objetivos estratégicos de la empresa son mejorar continuamente a través de la innovación de las herramientas de control de sus proyectos; la adecuada gestión de sus

recursos; el compromiso, la capacitación constante y el reconocimiento de sus colaboradores.

Para la presente investigación, se tomará un proyecto de una compañía minera. En este proyecto, se emplearán las herramientas del “Last Planner” y el “PPC” (Porcentaje de plan cumplido). Mediante la implementación de estas herramientas, se logrará mitigar los impactos en los plazos de ejecución del proyecto mencionado. Lo cual consiste, en reducir el riesgo de incumplimiento de los mismos. Los beneficios que obtendrá la compañía constructora producto del cumplimiento de los plazos de ejecución, repercutirán en los costos del proyecto, la eficiencia de los procesos involucrados en el proyecto, la gestión de recursos del proyecto y la satisfacción de sus clientes; evitándose retrasos o adelantos no planeados, que impacten, en

los plazos de ejecución, inicialmente acordados con la compañía minera.(Ver Gráfico 15 y Gráfico16).

Gráfico 15 Mapa de procesos de la organización Objetivo

Fuente Propia

Gráfico 16 Organigrama del Proyecto

Fuente Propia

3.3 CAMPO DE ACCIÓN EN LA ORGANIZACIÓN OBJETIVO

El proceso de construcción comprende las actividades preliminares de elaboración del plan de seguridad y medio ambiente, plan de calidad y plan de construcción. Una vez que estos planes, han sido aprobados, se procede a realizar las siguientes actividades en paralelo: Construcción del proyecto, gestión de la calidad, gestión de seguridad y medio ambiente, procura y gestión de administración del proyecto. Finalmente, concluidas las actividades paralelas mencionadas anteriormente, se procede al cierre del proyecto.

Dentro de la gestión de administración de proyectos, se llevan a cabo las actividades de control de costos y control de proyectos. La presente investigación se llevará a cabo sólo dentro del área de control de proyectos (Ver gráfico 16). Esto debido a que esta área, se encarga de hacer seguimiento a las causas de incumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto de

construcción en estudio. Por tanto, a partir de esa información, se pretende mitigar los impactos en tales plazos de ejecución, empleando las herramientas del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” que forman parte de la metodología del “Lean Construction”.(Ver gráfico 17 y 18).

Gráfico 17 Flujograma proceso de construcción de la organización objetivo.

Fuente Propia

Gráfico 18 DOP proceso de construcción de la organización objetivo

Fuente Propia

El proyecto en estudio comprende una serie de actividades preliminares:

- Movilización de equipos previa revisión técnica y certificación.
- Facilidades de Obra (Habilitación de las instalaciones para oficinas de obra, laboratorios, almacenes y talleres, contenedores, fuentes de agua, fuentes de energía, baños).
- Trazo y replanteo topográficos.

El proyecto en estudio, está conformado por tres áreas de trabajo:

- Elevación de la Presa de Relaves.
- Interferencias Electromecánicas.
- Construcción Bóveda sobre Poza Seepage.

La presente investigación se enfoca, únicamente, en el área de trabajo de la elevación de la presa de relaves. Esta área a su vez comprende las siguientes actividades. (Ver gráficos 19,20, 21 y 22):

Gráfico 19 Actividades del frente de la presa de relaves.

Elevacion Presa Niv.(Nivel) 4115 : 3A, 2B, 3B, curb de concreto, muro de concreto, Concreto asphaltico, morrena
Actividades Provisionales
Relleno de 3B
Construcción de muro de concreto
Relleno de Enrocado Grueso/Enrocad (Intrusivo)
Relleno de transición 3A
Relleno de filtros 2B
Relleno de Morrena
Concreto Asphaltico
Capa de rodadura en cresta
Construcción de curb de concreto en la cara aguas arriba de la presa
Revestimiento con geomembrana
Reparacion de geomembrana existente e instalacion de geomembrana
Sistema de Drenaje por Gravedad (Estribo derecho e izquierdo)
Tuberia 315mm, 355mm 200mm
Sistema de Drenaje por Bombeo (Estribos derecho e izquierdo)
Tuberia 315mm, 355mm
Caminos y Rampas de Acceso
Rampas de acceso estribo derecho e izquierdo
Sistema de Distribucion de Relaves
Transporte de Relaves
Manejo de Aguas Superficiales
Pozas de Infiltracion
Cajas de Transicion
Canal de Derivacion
Obra de Descarga
Berma de Seguridad

Fuente Propia

Gráfico 20 Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 1 de 3

Fuente Propia

Gráfico 21 Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 2 de 3

Gráfico 22 Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 3 de 3

Fuente Propia

3.4 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PROBLEMAS EN EL CAMPO DE ACCIÓN

3.4.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En el presente estudio, el problema de investigación ya ha sido identificado. El problema es la ineficiencia de la Planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto. Este problema genera retrasos en los plazos de ejecución del proyecto, desperdicio de materiales, improductividad de los recursos humanos y bajos rendimientos de equipos. Lo cual también, impacta en los costos de ejecución del proyecto.

3.4.2 PROBLEMAS A RESOLVER

Por medio de la presente investigación, se buscar resolver el problema de la ineficiencia de la planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto.

En la Curva S del proyecto, que se muestra a continuación, se considera una línea base o avance programado acumulado, según el plan inicial de construcción para la presa de relaves. Por otro lado, se muestra el avance ganado acumulado, según el trabajo que se avanzó al cabo del periodo de setiembre del 2015 a Mayo del 2016.

Adicionalmente, se observa, que en la misma gráfica (Curva S del proyecto en estudio, para el periodo de setiembre del 2015 a Mayo del 2016), el avance real de las actividades del proyecto es de un 28.99 % , a comparación del 49.58 % de avance, que se había programado, y que se debía cumplir, para ese periodo de tiempo. Lo cual significa un retraso del 20.59 % respecto del tiempo programado para la ejecución de las actividades. Esto sustenta el inadecuado control de la secuencia de las actividades (ruta crítica) y la planificación no anticipada a imprevistos (estandarización de procesos).

Se empleó el indicador SPI (Indice de Desempeño del programa) ,para determinar la relación entre el avance real y el avance programado. La gráfica de curva S, se muestra en la siguiente hoja. (Ver gráfico 23).

Gráfico 23 Curva S Presa de Relaves.

Fuente Propia

Por otro lado, se adjunta tabla de cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.(Ver Cuadro 19,20 y 21).

Cuadro 19 Tabla de cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.

STAFF		2015												2016																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
CATEGORIA	Mes	Setiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto			Setiembre			Octubre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	Sem	34015	01015	08015	15015	22015	29015	05016	12016	19016	26016	03017	10017	17017	24017	31017	07018	14018	21018	28018	04019	11019	18019	25019	02020	09020	16020	23020	30020	06021	13021	20021	27021	04022	11022	18022	25022	02023	09023	16023	23023	30023	06024	13024	20024	27024	04025	11025	18025	25025	02026	09026	16026	23026	30026	06027	13027	20027	27027	04028	11028	18028	25028	02029	09029	16029	23029	30029	06030	13030	20030	27030	04031	11031	18031	25031	02032	09032	16032	23032	30032	06033	13033	20033	27033	04034	11034	18034	25034	02035	09035	16035	23035	30035	06036	13036	20036	27036	04037	11037	18037	25037	02038	09038	16038	23038	30038	06039	13039	20039	27039	04040	11040	18040	25040	02041	09041	16041	23041	30041	06042	13042	20042	27042	04043	11043	18043	25043	02044	09044	16044	23044	30044	06045	13045	20045	27045	04046	11046	18046	25046	02047	09047	16047	23047	30047	06048	13048	20048	27048	04049	11049	18049	25049	02050	09050	16050	23050	30050	06051	13051	20051	27051	04052	11052	18052	25052	02053	09053	16053	23053	30053	06054	13054	20054	27054	04055	11055	18055	25055	02056	09056	16056	23056	30056	06057	13057	20057	27057	04058	11058	18058	25058	02059	09059	16059	23059	30059	06060	13060	20060	27060	04061	11061	18061	25061	02062	09062	16062	23062	30062	06063	13063	20063	27063	04064	11064	18064	25064	02065	09065	16065	23065	30065	06066	13066	20066	27066	04067	11067	18067	25067	02068	09068	16068	23068	30068	06069	13069	20069	27069	04070	11070	18070	25070	02071	09071	16071	23071	30071	06072	13072	20072	27072	04073	11073	18073	25073	02074	09074	16074	23074	30074	06075	13075	20075	27075	04076	11076	18076	25076	02077	09077	16077	23077	30077	06078	13078	20078	27078	04079	11079	18079	25079	02080	09080	16080	23080	30080	06081	13081	20081	27081	04082	11082	18082	25082	02083	09083	16083	23083	30083	06084	13084	20084	27084	04085	11085	18085	25085	02086	09086	16086	23086	30086	06087	13087	20087	27087	04088	11088	18088	25088	02089	09089	16089	23089	30089	06090	13090	20090	27090	04091	11091	18091	25091	02092	09092	16092	23092	30092	06093	13093	20093	27093	04094	11094	18094	25094	02095	09095	16095	23095	30095	06096	13096	20096	27096	04097	11097	18097	25097	02098	09098	16098	23098	30098	06099	13099	20099	27099	04100	11100	18100	25100	02101	09101	16101	23101	30101	07101	14101	21101	28101	05102	12102	19102	26102	06102	13102	20102	27102	04103	11103	18103	25103	03103	10103	17103	24103	04104	11104	18104	25104	05105	12105	19105	26105	06106	13106	20106	27106	04107	11107	18107	25107	05108	12108	19108	26108	06109	13109	20109	27109	04110	11110	18110	25110	05111	12111	19111	26111	06112	13112	20112	27112	04113	11113	18113	25113	05114	12114	19114	26114	06115	13115	20115	27115	04116	11116	18116	25116	05117	12117	19117	26117	06118	13118	20118	27118	04119	11119	18119	25119	05120	12120	19120	26120	06121	13121	20121	27121	04122	11122	18122	25122	05123	12123	19123	26123	06124	13124	20124	27124	04125	11125	18125	25125	05126	12126	19126	26126	06127	13127	20127	27127	04128	11128	18128	25128	05129	12129	19129	26129	06130	13130	20130	27130	04131	11131	18131	25131	05132	12132	19132	26132	06133	13133	20133	27133	04134	11134	18134	25134	05135	12135	19135	26135	06136	13136	20136	27136	04137	11137	18137	25137	05138	12138	19138	26138	06139	13139	20139	27139	04140	11140	18140	25140	05141	12141	19141	26141	06142	13142	20142	27142	04143	11143	18143	25143	05144	12144	19144	26144	06145	13145	20145	27145	04146	11146	18146	25146	05147	12147	19147	26147	06148	13148	20148	27148	04149	11149	18149	25149	05150	12150	19150	26150	06151	13151	20151	27151	04152	11152	18152	25152	05153	12153	19153	26153	06154	13154	20154	27154	04155	11155	18155	25155	05156	12156	19156	26156	06157	13157	20157	27157	04158	11158	18158	25158	05159	12159	19159	26159	06160	13160	20160	27160	04161	11161	18161	25161	05162	12162	19162	26162	06163	13163	20163	27163	04164	11164	18164	25164	05165	12165	19165	26165	06166	13166	20166	27166	04167	11167	18167	25167	05168	12168	19168	26168	06169	13169	20169	27169	04170	11170	18170	25170	05171	12171	19171	26171	06172	13172	20172	27172	04173	11173	18173	25173	05174	12174	19174	26174	06175	13175	20175	27175	04176	11176	18176	25176	05177	12177	19177	26177	06178	13178	20178	27178	04179	11179	18179	25179	05180	12180	19180	26180	06181	13181	20181	27181	04182	11182	18182	25182	05183	12183	19183	26183	06184	13184	20184	27184	04185	11185	18185	25185	05186	12186	19186	26186	06187	13187	20187	27187	04188	11188	18188	25188	05189	12189	19189	26189	06190	13190	20190	27190	04191	11191	18191	25191	05192	12192	19192	26192	06193	13193	20193	27193	04194	11194	18194	25194	05195	12195	19195	26195	06196	13196	20196	27196	04197	11197	18197	25197	05198	12198	19198	26198	06199	13199	20199	27199	04200	11200	18200	25200	05201	12201	19201	26201	06202	13202	20202	27202	04203	11203	18203	25203	05204	12204	19204	26204	06205	13205	20205	27205	04206	11206	18206	25206	05207	12207	19207	26207	06208	13208	20208	27208	04209	11209	18209	25209	05210	12210	19210	26210	06211	13211	20211	27211	04212	11212	18212	25212	05213	12213	19213	26213	06214	13214	20214	27214	04215	11215	18215	25215	05216	12216	19216	26216	06217	13217	20217	27217	04218	11218	18218	25218	05219	12219	19219	26219	06220	13220	20220	27220	04221	11221	18221	25221	05222	12222	19222	26222	06223	13223	20223	27223	04224	11224	18224	25224	05225	12225	19225	26225	06226	13226	20226	27226	04227	11227	18227	25227	05228	12228	19228	26228	06229	13229	20229	27229	04230	11230	18230	25230	05231	12231	19231	26231	06232	13232	20232	27232	04233	11233	18233	25233	05234	12234	19234	26234	06235	13235	20235	27235	04236	11236	18236	25236	05237	12237	19237	26237	06238	13238	20238	27238	04239	11239	18239	25239	05240	12240	19240	26240	06241	13241	20241	27241	04242	11242	18242	25242	05243	12243	19243	26243	06244	13244	20244	27244	04245	11245	18245	25245	05246	12246	19246	26246	06247	13247	20247	27247	04248	11248	18248	25248	05249	12249	19249	26249	06250	13250	20250	27250	04251	11251	18251	25251	05252	12252	19252	26252	06253	13253	20253	27253	04254	11254	18254	25254	05255	12255	19255	26255	06256	13256	20256	27256	04257	11257	18257	25257	05258	12258	19258	26258	06259	13259	20259	27259	04260	11260	18260	25260	05261	12261	19261	26261	06262	13262	20262	27262	04263	11263	18263	25263	05264	12264	19264	26264	06265	13265	20265	27265	04266	11266	18266	25266	05267	12267	19267	26267	06268	13268	20268	27268	04269	11269	18269	25269	05270	12270	19270	26270	06271	13271	20271	27271	04272	11272	18272	25272	05273	12273	19273	26273	06274	13274	20274	27274	04275	11275	18275	25275	05276	12276	19276	26276	06277	13277	20277	27277	04278	11278	18278	25278	05279	12279	19279	26279	06280	13280	20280	27280	04281	11281	18281	25281	05282	12282	19282	26282	06283	13283	20283	27283	04284	11284	18284	25284	05285	12285	19285	26285	06286	13286	20286	27286	04287	11287	18287	25287	05288	12288	19288	26288	06289	13289	20289	27289	04290	11290	18290	25290	05291	12291	19291	26291	06292	13292	20292	27292	04293	11293	18293	25293	05294	12294	19294	26294	06295	13295	20295	27295	04296	11296	18296	25296	05297	12297	19297	26297	06298	13298

Elaboración Propia

Cuadro 20 Vista Ampliada 1 de la tabla cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.

STAFF	2015																										
CATEGORIA	Mes	Setiembre		Octubre				Noviembre				Diciembre					Enero				Febrero						
	Sem	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			
		24-09-15	01-10-15	08-10-15	15-10-15	22-10-15	29-10-15	05-11-15	12-11-15	19-11-15	26-11-15	03-12-15	10-12-15	17-12-15	24-12-15	31-12-15	07-01-16	14-01-16	21-01-16	28-01-16	04-02-16	11-02-16	18-02-16	25-02-16			
SUB TOTAL MOD	LB. 1																							188			
	LB. 0	0	106	297	277	266	288	288	280	289	260	278	269	230	239	330	349	349	349	321	312	308	308				
	Fc																										
	Act	16	45	73	121	145	170	182	234	268	268	335	343	358	358	369	467	469	469	454	464	491	491	607			

Elaboración Propia

Cuadro 21 Vista Ampliada 2 de la tabla cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016:

2016																																
Marzo					Abril				Mayo				Junio					Julio				Agosto				Setiembre					Octubre	
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
03-03-16	10-03-16	17-03-16	24-03-16	31-03-16	07-04-16	14-04-16	21-04-16	28-04-16	05-05-16	12-05-16	19-05-16	26-05-16	02-06-16	09-06-16	16-06-16	23-06-16	30-06-16	07-07-16	14-07-16	21-07-16	28-07-16	04-08-16	11-08-16	18-08-16	25-08-16	01-09-16	08-09-16	15-09-16	22-09-16	29-09-16	06-10-16	13-10-16
205	209	244	234	239	290	308	317	370	374	270	243	250	217	184	134	79	71	80	76	106	74	16	18	12	0	0	0	0	0	0	0	0
												402	404	404	404	404	404	404	404	404	404	206	206	206	206	156	156	156	26	20	16	0
520	520	473	478	487	453	444	443	394	388	402	396																					

Elaboración Propia

También se adjunta histograma de la cantidad de personal en el periodo de setiembre de 2015 a mayo del 2016. En esta gráfica, las barras azules y plomas, representan la cantidad de personas programadas inicialmente (LB1, LB0), mientras que, las barras rojas representan la cantidad real (Act.) de personas empleadas en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016. Asimismo, las barras verdes, representan la cantidad de personas proyectadas por retrasos generados (Fc). (Ver Gráfico 24).

Gráfico 24 Histograma Mano de Obra – Área Presa de Relaves.

Elaboración Propia.

Cuadro 22 Tabla de cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.

Elaboración Propia

104

CATEGORIA	2015																								
	Mes	Setiembre		Octubre				Noviembre				Diciembre					Enero				Febrero				
	Sem	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
		24-09-15	01-10-15	08-10-15	15-10-15	22-10-15	29-10-15	05-11-15	12-11-15	19-11-15	26-11-15	03-12-15	10-12-15	17-12-15	24-12-15	31-12-15	07-01-16	14-01-16	21-01-16	28-01-16	04-02-16	11-02-16	18-02-16	25-02-16	
TOTAL	LB.1																							43	
	LB.0	0	10	15	39	45	52	49	51	50	48	57	58	71	77	81	81	81	81	72	75	74	74		
	Fc																								
	Act	9	24	28	30	39	39	39	41	42	40	56	67	79	74	77	77	79	79	79	79	76	76	68	

Elaboración Propia

Cuadro 24 Vista Ampliada 2 de la tabla cantidad de equipos en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.

2016																																
Marzo					Abril				Mayo				Junio					Julio				Agosto				Setiembre				Octubre		
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
03-03-16	10-03-16	17-03-16	24-03-16	31-03-16	07-04-16	14-04-16	21-04-16	28-04-16	05-05-16	12-05-16	19-05-16	26-05-16	02-06-16	09-06-16	16-06-16	23-06-16	30-06-16	07-07-16	14-07-16	21-07-16	28-07-16	04-08-16	11-08-16	18-08-16	25-08-16	01-09-16	08-09-16	15-09-16	22-09-16	29-09-16	06-10-16	13-10-16
46	51	63	69	72	73	73	73	73	85	52	47	50	46	42	29	15	12	13	12	14	12	5	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
66	68	68	68	69	69	69	70	70	71	76	79																					

Elaboración Propia

También se adjunta histograma de la cantidad de equipos en el periodo de setiembre de 2015 a mayo del 2016. En esta gráfica, las barras azules y plomas, representan la cantidad de equipos programadas inicialmente (LB1, LB0), mientras que, las barras rojas representan la cantidad real (Act.) de equipos empleados en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016. Asimismo, las barras verdes, representan la cantidad de equipos proyectadas por retrasos generados (Fc). (Ver Gráfico 25).

Gráfico 25 Histograma Equipos – Área Presa de Relaves.

Elaboración Propia

Como hemos podido en los histogramas de equipos y personas, se evidencia el desperdicio de estos recursos. Esto sustenta el inadecuado abastecimiento y distribución de los recursos.

A continuación se presenta un Ishikawa con las causas de la ineficiencia de la planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto, las cuales se pretenden resolver con la herramienta del “Last Planner” y “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” de la metodología “Lean Construction”.(Ver Gráfico 26).

Gráfico 26 Ishikawa del Problema

Fuente Propia

3.4.3 PARETO

En el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016, se registraron las siguientes frecuencias respecto de las causas identificadas del problema de la planificación ineficiente para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto de construcción. (Ver cuadro 25 y 26):

Cuadro 25 Frecuencias de causas identificadas del problema de la planificación ineficiente.

	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado	80-20
Estandarizacion de procesos (anticipación a imprevistos)	13	36%	36%	94%
Deficiente control de la secuencia de actividades (ruta crítica) .	9	25%	61%	94%
Abastecimiento de recursos	7	19%	81%	94%
Distribución de recursos	5	14%	94%	94%
Deficiencia de herramientas adecuadas de control, para la planificación de los plazos de ejecución.	2	6%	100%	94%
	36			

Fuente Propia

Se llegó a la conclusión de que el 94 % de las causas principales, eran las siguientes:

Cuadro 26 Causas principales de la planificación ineficiente.

Estandarizacion de procesos (anticipación a imprevistos)
Deficiente control de la secuencia de actividades (ruta crítica) .
Abastecimiento de recursos
Distribución de recursos

Fuente Propia

Estas causas son las que se eliminarán durante la investigación, por ser las más prioritarias, según la tabla mostrada líneas arriba, para resolver el problema de la ineficiencia de la planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto.

A continuación, se muestra el Pareto con las causas prioritarias a eliminar (Ver Gráfico 27):

Gráfico 27 DIAGRAMA DE PARETO

Fuente Propia

3.4.4 IMPACTO ECONÓMICO DEL PROBLEMA

En el periodo de Setiembre de 2015 a Mayo de 2016. La ineficiencia de la planificación de los plazos de ejecución se vio reflejada en sobre costos por \$ 329,927.68. Tales sobre costos se han registrado como desperdicios de materiales, retrasos por falta de disponibilidad de personal y equipos, retrabajos por desperdicio de material, equipos improductivos o inoperativos, etc.

El monto valorizado, a fines de Mayo del 2016, por los trabajos ejecutados en obra por parte del contratista o empresa constructora, fue de:

\$ 17,015,029.

En la siguiente tabla se muestran los sobre costos mencionados (Ver Cuadro 27):

Cuadro 27 Tabla de sobre costos.

Sobre costos	Monto US\$
Retrabajo por desperdicio de material	60,165.27
Retraso por falta de recursos de equipos y personal	177,012.79
Paralización por incumplimiento seguridad	17,672.02
Falta de dirección técnica	43,514.31
Equipos improductivos / inoperativos	9,107.55
	329,927.68

Fuente Elaboración Propia

A continuación, se presenta la gráfica de los costos detallados en la lista anterior. (Ver Gráfico 28):

Gráfico 28 Gráfica de sobre costos.

Fuente Elaboración Propia

Estos \$ 329,927.68 representan el 2 % del monto valorizado en ese periodo (\$ 17,015,029).

Deducimos que en el periodo de Setiembre de 2015 a Mayo del 2016, la ineficiencia de la planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución significó un costo de \$ 329,927.68 en retrasos, sobretiempos, retrabajos, desperdicio e improductividades.

***Impacto Ambiental:**

En función a las cantidades proyectadas de desechos tóxicos, que se producirán debido a la explotación minera, el proyecto en estudio, tiene por alcance el crecimiento de la presa desde los 4105 metros de elevación a 4110 metros sobre el nivel del mar. Con lo cual, quedarán

contenidos la cantidad de desechos producto de la explotación minera, evitándose así, que cualquier derrame o infiltración, afecte la calidad del agua y sedimentos de los recursos hídricos aledaños. Lo que a su vez evita, que se afecte la vida acuática que reside en ella, o que se afecte la flora y animales terrestres que se alimentan de ella. Tener en cuenta que las aguas contaminadas por relave minero, afectan también, a las poblaciones cercanas, que consumen estas aguas, cuya composición química, pH y niveles de oxígeno, se ven alterados por la presencia de metales y desechos tóxicos que producen muerte por envenenamiento. Por otro lado, es importante mencionar la contaminación atmosférica como impacto ambiental, debido a la presencia de polvo y ruido como aspecto ambiental, durante las operaciones de construcción como la compactación mecánica entre otros.

*** Impacto Social:**

La construcción de la presa de relaves, traerá desarrollo económico nacional y diversificación de la economía local en una zona con escasez de empleos y altos niveles de pobreza en nuestro país. Se dará oportunidad de empleo a personal calificado de las comunidades residentes de la zona, el cual será capacitado, a través de programas de entrenamiento técnico previos al inicio de operaciones.

Entre las preocupaciones de las comunidades aledañas se encuentra el impacto al medio ambiente como la deforestación, la afectación a los niveles de agua subterránea en los pozos, la destrucción del paisaje, potenciales desastres con la presa de relaves; y entre los impactos sociales están principalmente la afectación a los mineros artesanales y el empleo. Aunque se considera un proyecto técnicamente viable y que contribuirá a mejorar los niveles de empleabilidad en la zona, enfrenta algo de oposición en la comunidad; por lo que, se ha decidido

realizar una simulación del proyecto para sus 5 años de vida y aclarar dudas de los potenciales impactos.

3.4.5 DIAGNÓSTICO (CONCLUSIÓN)

La empresa viene gastando \$ 329,927.68 en el periodo de Setiembre de 2015 a Mayo del 2016 por retrasos, sobretiempos, retrabajos, desperdicio e improductividades, debido a la ineficiencia de la planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto. En el periodo de Setiembre de 2015 a Mayo del 2016 se ha registrado un retraso del 20.59 % respecto del tiempo programado para la ejecución de las actividades de ese periodo.

Esta ineficiencia es causada principalmente por la existencia de restricciones no identificadas a tiempo para ser corregidas; falta de control de la secuencia de actividades (ruta crítica); Deficiencia de herramientas adecuadas de control, para la planificación de los plazos de ejecución; Inadecuado abastecimiento de recursos; Inadecuada distribución de recursos.

3.5 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

3.5.1 OBJETIVO GENERAL

Incrementar la eficiencia de la planificación para mitigar los impactos en los plazos de ejecución del proyecto. Con lo cual, se logrará reducir retrasos en los plazos de ejecución del proyecto, reducir sobretiempos, reducir re trabajos, reducir desperdicio de materiales, reducir improductividad de los recursos humanos, reducir bajos rendimientos de equipos y minimizar los costos de ejecución.

3.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar, identificar e implementar las metodologías y herramientas de ingeniería industrial más adecuadas, para mejorar la eficiencia de la planificación, para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto. Considerando, la estandarización de procesos (planificación anticipada), el control de la secuencia de las actividades, el abastecimiento de los recursos y la distribución de los recursos.
- Identificar e implementar indicadores, para medir adecuadamente los resultados, que evidencien la mejora de la eficiencia de la planificación, para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto.
- Medir el impacto económico de la solución más adecuada, para el problema de la ineficiencia de la planificación, para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto.

3.6 MECANISMOS O INDICADORES DEL LOGRO DE OBJETIVOS

Se han planificado las siguientes actividades para el proyecto de investigación de tesis.
(Ver Cuadro 28 y 29):

Cuadro 28 Actividades planificadas para el proyecto de tesis.

No Actividad	Nombre de tarea	Duración(días)	Comienzo	Fin	Status
1	Plan de Tesis	44	19-10-16	02-12-16	Logrado
2	Levantamiento de observaciones del último entregable de la PIA 1	13	09-01-16	22-01-16	Logrado
3	Descripción de la metodología que da solución al problema (PIA 2)	13	23-01-16	05-02-16	En proceso
4	Descripción del cronograma de implementación y ejecución (PIA 2)	13	23-01-16	05-02-16	En proceso
5	Descripción detallada de la propuesta de solución (PIA 2)	13	23-01-16	05-02-16	En proceso
6	Descripción de los recursos utilizados (PIA 2)	13	23-01-16	05-02-16	En proceso
7	Tecnología e Innovación : Se refiere a las mejoras que consigue la solución técnica adecuada al problema. (PIA 2)	13	23-01-16	05-02-16	En proceso
8	Análisis de Resultados. (PIA 2)	20	06-02-16	26-02-16	En proceso
9	Análisis económico y simulación en PIA 3	25	13-03-16	07-04-16	No iniciado
10	Sustentación de Tesis para obtención del título profesional.	3	04-05-16	07-05-16	No iniciado

Fuente Propia

Cuadro 29 Hitos de control de las actividades para el proyecto de tesis.

Hitos de Control	Resultados obtenidos	Fecha
Aprobación de PIA 1	Plan de Tesis Aprobado.	02-12-16
Aprobación de PIA 2	Metodología y análisis de resultados aprobados.	26-02-17
Aprobación de PIA 3	Análisis económico y simulación aprobados.	07-04-17
Sustentación de Tesis	Obtención del título profesional.	07-05-17

Fuente Propia

A continuación se presenta el diagrama de Gantt del avance planificado para la Tesis.
(Ver Gráfico 29):

Gráfico 29 Diagrama de Gantt del Avance de la Tesis

Fuente Propia

3.7 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad En la actualidad, la empresa contratista o constructora no cuenta con una herramienta que permita realizar una planificación eficiente para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto en estudio.

La presente investigación pretende demostrar que se puede mejorar la planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto en estudio, empleando las herramientas del “Last Planner” y el “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” que forman parte de la metodología del “Lean Construction”. Con tales herramientas se pretende eliminar o reducir,

restricciones con de manera anticipada, mejorar el control sobre la secuencia de las actividades y la ruta crítica del proyecto, mejorar la integración de las áreas productivas y mejorar el flujo de comunicaciones del personal involucrado. Por otro lado, se pretende demostrar que mejorando la eficiencia de la planificación de los plazos, se va a mitigar los impactos en los plazos de ejecución del proyecto en estudio, lo cual significa, una reducción del riesgo de incumplimiento de tales plazos de ejecución. Además, los beneficios del uso de herramientas propuestas no sólo van a permitir un cumplimiento de los plazos de ejecución, sino que también van a reducir los costos por una reducción del desperdicio de materiales, reducción de la improductividad de las personas y reducción de los bajos rendimientos de los equipos.

En la actualidad, la empresa contratista o constructora no cuenta con una herramienta que permita realizar una planificación eficiente para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto en estudio.

La presente investigación pretende demostrar que se puede mejorar la planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto en estudio, empleando las herramientas del “Last Planner” y el “PPC (Porcentaje de plan cumplido)” que forman parte de la metodología del “Lean Construction”. Con tales herramientas se pretende eliminar o reducir, restricciones con de manera anticipada, mejorar el control sobre la secuencia de las actividades y la ruta crítica del proyecto, mejorar la integración de las áreas productivas y mejorar el flujo de comunicaciones del personal involucrado. Por otro lado, se pretende demostrar que mejorando la eficiencia de la planificación de los plazos, se va a mitigar los impactos en los plazos de ejecución del proyecto en estudio, lo cual significa, una reducción del riesgo de incumplimiento de tales plazos de ejecución. Además, los beneficios del uso de herramientas propuestas no sólo van a permitir un cumplimiento de los plazos de ejecución, sino que también

van a reducir los costos por una reducción del desperdicio de materiales, reducción de la improductividad de las personas y reducción de los bajos rendimientos de los equipos.

4 MEJORAS DEL PROCESO

A continuación se explica el método de selección de la alternativa más adecuada. Así como su desarrollo e implementación para la solución del problema de la ineficiencia de la planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto en cuestión.

4.1 METODOLOGÍA SOLUCIÓN AL PROBLEMA

Se desea incrementar la eficiencia de la planificación para mitigar los impactos en los plazos de ejecución del proyecto, para lo cual seleccionaremos la metodología más adecuada. Esta selección se hará considerando las principales causas a eliminar. Tales causas asociadas son: la estandarización de procesos (planificación anticipándose a imprevistos), el control de la secuencia de las actividades, el abastecimiento de recursos y la distribución de recursos.

Para seleccionar la metodología adecuada se empleó la técnica de decisión multicriterio conocida con el nombre de Proceso Analítico jerárquico (Analytic hierarchy process) propuesta por Thomas L. Saaty.

Esta técnica considera fundamentos matemáticos, psicológicos y contrastes empíricos. Los fundamentos psicológicos consideran las siguientes escalas para comparación pareada de alternativas y criterios³⁸.(Ver Cuadro 30)

Cuadro 30 Escala de Comparación pareada

Escala numérica	Escala verbal
1	Igual Importancia
3	Un elemento es moderadamente más importante que el otro.
5	Fuertemente más importante un elemento que el otro.
7	Mucho más fuerte la importancia de un elemento que la del otro.
9	Importancia extrema de un elemento frente al otro.

Fuente Propia

Por otro lado, las matrices deben ser consistentes. La razón de consistencia de una matriz se determina a partir de la relación entre el índice de consistencia y el índice de aleatoriedad. El índice de consistencia (IC) se calcula así³⁸:

³⁸ Cfr. 2007: Berumen, S. A., & Redondo, F. L.: 65-87

$$IC = \frac{nmáx - n}{n-1}$$

n: número de columnas o reglones.

nmáx: suma de promedios de la matriz normalizada.

El índice de aleatoriedad (IA) se calcula así³⁸:

$$IA = \frac{1.98(n-2)}{n}$$

n: número de columnas o reglones.

Si la razón de consistencia es ≤ 0.1 , el nivel de inconsistencia es aceptable³⁸.

³⁸ Cfr. 2007: Berumen, S. A., & Redondo, F. L.: 65-87

Entonces, se empieza definiendo los criterios y realizando la ponderación. Para ello, aplicamos la escala de comparación pareada que habíamos explicado al inicio. (Ver cuadro 29,30 ,31,32,33,34 y 35)

Cuadro 31 Tabla No 001 de comparación pareada de los cuatro Criterios.

	Estandarizacion de procesos (Planificación anticipada)	Control de la secuencia de actividades (ruta crítica)	Abastecimiento de recursos	Distribución de recursos	Matriz normalizada				Promedio
Estandarizacion de procesos (Planificación anticipada).	1	7	9	9	0.73255814	0.7	0.80769231	0.5	0.68506261
Control de la secuencia de actividades (ruta crítica).	0.142857143	1	1	1	0.10465116	0.1	0.08974359	0.05555556	0.08748758
Abastecimiento de recursos.	0.111111111	1	1	7	0.08139535	0.1	0.08974359	0.38888889	0.16500696
Distribución de recursos.	0.111111111	1	0.142857143	1	0.08139535	0.1	0.01282051	0.05555556	0.06244285
SUMA	1.365079365	10	11.14285714	18					

Fuente Propia

Cuadro 32 Tabla No 002 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 1

CRITERIO : ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS (Planificación anticipada)							
	Teoría de las restricciones	Seis Sigma	Lean Construction	Matriz Normalizada			Promedio
Teoría de las restricciones	1	7	0.33333333	0.24137931	0.41176471	0.23076923	0.29463775
Seis Sigma	0.142857143	1	0.11111111	0.034482759	0.05882353	0.07692308	0.05674312
Lean Construction	3	9	1	0.724137931	0.52941176	0.69230769	0.64861913
SUMA	4.142857143	17	1.444444444				

Fuente Propia

Cuadro 33 Tabla No 003 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 2

CRITERIO : CONTROL DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES							
	Teoría de las restricciones	Seis Sigma	Lean Construction	Matriz Normalizada			Promedio
Teoría de las restricciones	1	1	0.33333333	0.24137931	0.05882353	0.23076923	0.17699069
Seis Sigma	1	1	1	0.24137931	0.05882353	0.69230769	0.33083684
Lean Construction	3	1	1	0.72413793	0.05882353	0.69230769	0.49175638
SUMA	5	3	2.33333333				

Fuente Propia

Cuadro 34 Tabla No 004 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 3

CRITERIO : ABASTECIMIENTO DE RECURSOS							
	Teoría de las restricciones	Seis Sigma	Lean Construction	Matriz Normalizada			Promedio
Teoría de las restricciones	1	1	0.2	0.24137931	0.05882353	0.13846154	0.14622146
Seis Sigma	1	1	0.2	0.24137931	0.05882353	0.13846154	0.14622146
Lean Construction	5	5	1	1.20689655	0.29411765	0.69230769	0.7311073
SUMA	7	7	1.4				

Fuente Propia

Cuadro 35 Tabla No 005 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 4

	CRITERIO : DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS						
	Teoría de las restricciones	Seis Sigma	Lean Construction	Matriz Normalizada			Promedio
Teoría de las restricciones	1	1	1	0.24137931	0.05882353	0.69230769	0.33083684
Seis Sigma	1	1	1	0.24137931	0.05882353	0.69230769	0.33083684
Lean Construction	1	1	1	0.24137931	0.05882353	0.69230769	0.33083684
SUMA	3	3	3				

Fuente Propia

Por otro lado, se muestra los cálculos obtenidos para n , $n_{\max}$, índice de consistencia (IC), Índice de aleatoriedad (IA) e interpretación de la razón de inconsistencia (RI) obtenida.(Ver cuadro 34):

Cuadro 36 Tabla No 006 de resultados de la comparación pareada

Criterios	n	nmáx	IC	IA	RI	Observaciones
Estandarización de procesos (Planificación anticipada).	3	3.12216947	0.06108473	0.66	0.09255263	Inconsistencia ≤ 0.1
Control de la secuencia de actividades (ruta crítica).	3	3.02489555	0.01244777	0.66	0.01886026	Inconsistencia ≤ 0.1
Abastecimiento de recursos.	3	3.07065065	0.03532532	0.66	0.05352322	Inconsistencia ≤ 0.1
Distribución de recursos.	3	2.9775316	-	0.66	-	Consistente

Fuente Propia

Se observa que existe inconsistencia aceptable (≤ 0.1), en tres casos, y consistencia, en el último caso. Finalmente, se muestra la decisión en función de los cuatro criterios propuestos. (Ver cuadro 35 y Cuadro 36):

Cuadro 37 Tabla No 007 de decisión en función de los cuatro criterios propuestos para la comparación pareada.

	Estandarización de procesos (Planificación anticipada).	Control de la secuencia de actividades (ruta crítica)	Abastecimiento de recursos	Distribución de recursos	Total
Teoría de las restricciones	0.294637749	0.17699069	0.146221459	0.330836844	0.26211575
Seis Sigma	0.056743122	0.330836844	0.146221459	0.330836844	0.11260266
Lean Construction	0.648619129	0.491756384	0.731107297	0.330836844	0.62866348
Ponderación	0.685062612	0.087487577	0.165006957	0.062442854	

Fuente Propia

Por tanto, la mejor alternativa en función de los cuatro criterios y de la importancia de los mismos es: Lean Construction con un puntaje de: 0.6286.

Adicionalmente, se realizó otro análisis para elegir las herramientas dentro del Lean Construction.

Se evaluó las posibles herramientas a emplear, dándoles una valoración del 1 al 3, en base a los siguientes criterios:

- Estandarización de procesos.
- Mejorar la eficiencia en el control de la secuencia de actividades (ruta crítica).
- Mejorar el abastecimiento de recursos.
- Mejorar la distribución de recursos.

En la tabla que se adjunta a continuación, se observa que la herramientas con mayor porcentaje son el Last Planner System y el Porcentaje de Plan Cumplido. La primera con un 39 %, y la segunda con un 25 %. Ambas sumadas constituyen un 65 % de aceptación para la eliminación de causas del problema de la ineficiencia de la planificación para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto (Ver cuadro 36).

Cuadro 38 Tabla No 008 Valoración para comparación de herramientas del Lean Construction.

Herramientas Lean	Mejorar la estandarización de procesos (planificación anticipándose a imprevistos)	Mejorar la eficiencia en el control de la secuencia de actividades(ruta crítica)	Mejorar el abastecimiento de recursos	Mejorar la distribución de recursos	
5S	0	0	0	0	0
Integrated Project Delivery	0	0	2	2	4
Value Stream Mapping	0	1	1	1	3
Kanban	0	1	1	1	3
Last Planner	3	3	3	2	11
Porcentaje de Plan Cumplido	1	2	2	2	7
BIM	0	0	0	0	0

Fuente Propia

Porcentajes obtenidos del juicio de expertos para comparación de herramientas del Lean Construction (Ver Cuadro 37):

Cuadro 39 Tabla No 009 Frecuencia según valoración comparativa de herramientas del Lean Construction

Herramientas	Valoración	% Porcentaje
Last Planner	11	39%
Porcentaje de Plan Cumplido	7	25%
Integrated Project Delivery	4	14%
Value Stream Mapping	3	11%
Kanban	3	11%
5S	0	0%
Bulding Information Modelling	0	0%

Fuente Propia

Además, se ha identificado los siguientes beneficios de la metodología del Last Planner System y del Porcentaje de Plan Cumplido en la eliminación de causas del problema identificado. El análisis ha considerado los criterios descritos a continuación. A demás, la comparación ha sido realizada con el método de planificación tradicional.(Ver cuadro 38).

A continuación se muestra tabla comparativa de los tipos de planificación (Ver Cuadro 40):

Cuadro 40 Tabla No 010 Comparación Planificación Tradicional y Planificación con Last Planner System

Criterios de comparación	Planificación Tradicional	Planificación con LPS
Gestión de recursos	Considera ejecutar lo que se tiene que hacer, sin considerar los recursos disponibles.	Considera ejecutar lo que se puede hacer en base a los recursos disponibles.
Niveles empleados en la programación	No considera una programación semanal y diaria al detalle.	Sí considera una programación semanal y diaria al detalle.
Análisis de restricciones	No analiza restricciones que impidan el flujo de procesos.	Analiza restricciones y el levantamiento de las mismas.
Control de Responsables	No controla a los últimos responsables de cada tarea.	Controla y designa a los últimos responsables de cada tarea.
Control de Ruta crítica y secuencia de actividades	Controla la ruta crítica y secuencia de actividades.	Controla la ruta crítica y secuencia de actividades.
Porcentaje de plan cumplido semanal empleado	No emplea el porcentaje de plan cumplido semanal.	Emplea el porcentaje de plan cumplido semanal.
Impacto en el costo	Mayores costos por retrasos, sobretiempos, retrabajos, desperdicio e improductividades.	Menores costos por por retrasos, sobretiempos, retrabajos, desperdicio e improductividades.
Gestión del Tiempo	Reactiva.	Dinámica, proactiva y anticipada.
Integración de las áreas de trabajo	Los constructores de procesos superiores sólo intervienen una vez que se ha terminado sustancialmente el diseño.	Todos los miembros del equipo trabajan bajo objetivos compartidos ;A demás, entienden lo que el cliente quiere desde el comienzo hasta el fin, entienden la forma secuencial en la que se llevará a cabo el proyecto de construcción y entienden los medios para poder cumplirlo

Fuente Propia

Para cuantificar los resultados de la implementación de estas herramientas, se emplearán los indicadores del método del valor ganado.

Estos indicadores son el SPI (Schedule Performance Index) y CPI (Cost Performance Index).

$$*SPI = \text{Valor Ganado} / \text{Valor Planeado}$$

Si el SPI es menor que 1, significa que hay retraso en el programa.

Si el SPI es mayor que 1, significa que hay adelanto en el programa.

$$*CPI = \text{Valor Ganado} / \text{Costo Actual}$$

Si el CPI es menor que 1, significa que se está gastando más de lo ganado hasta ese momento.

Si el CPI es mayor que 1, significa que se está gastando menos de lo ganado hasta ese momento.

4.2 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

OBJETIVO

-Demostrar que la metodología del Last Planner System y del Porcentaje de Plan Cumplido son las más adecuadas, para mejorar la eficiencia de la planificación, para el cumplimiento de los plazos de ejecución del proyecto

META

Reducir el atraso en la programación en un 10 % (Indicador SPI).

Reducir sobrecostos en un 5 % (Indicador CPI).

RECURSOS

Se requerirán dos planificadores y dos controladores de campo. Este personal será capacitado en el uso de la metodología propuesta en este estudio, para su posterior implementación y ejecución en el proyecto de estudio.

RESPONSABLE

- 1 jefe de control de Proyectos.

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

A continuación se presenta el cronograma de implementación para la aplicación de la metodología del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan Cumplido).(Ver Cuadro 41)

Cronograma de Implementación de la metodología del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan Cumplido).(Ver Cuadro 39).

Cuadro 41 Tabla No 011- Listado de las actividades del Cronograma.

EDT	No Actividad	Nombre de Tarea	Duración (días)	Comienzo	Fin
1		Cronograma de la implementación del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan Cumplido)		19/09/2015	22/12/2016
1.1		Actividades desarrolladas antes de la implementación del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan Cumplido)	243	19/09/2015	19/05/2016
1.1.1.	1	Medición periódica semanal de los índices SPI y CPI.	243	19/09/2015	19/05/2016
1.2		Actividades desarrolladas durante de la implementación del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan Cumplido)	273	24/03/2016	22/12/2016
1.2.1	2	Talleres de capacitación	14	24/03/2016	07/04/2016
1.2.2	3	Planificación Maestra	7	07/04/2016	14/04/2016
1.2.3	4	Implementación de la Planificación Intermedia (Look Ahead Planning)	7	14/04/2016	21/04/2016
1.2.4	5	Implementación del Análisis del Avance Semanal (medición del PPC, SPI y CPI).	7	21/04/2016	28/04/2016
1.2.5	6	Implementación del Análisis de liberación de restricciones y medidas correctivas.	7	28/04/2016	05/05/2016
1.2.6	7	Medición periódica semanal de los índices SPI, CPI y PPC.	7	05/05/2016	12/05/2016
1.2.7	8	Elaboración de informes y gráficos que muestren el comportamiento de los indicadores del proyecto SPI, CPI y PPC.	7	12/05/2016	19/05/2016
1.2.8	9	Seguimiento y Control de la metodología de mejora	217	19/05/2016	22/12/2016

Fuente propia

Asimismo, se presenta el siguiente Diagrama de Gantt del Cronograma de Implementación de la metodología del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan Cumplido).(Ver Gráfica 30).

Gráfico 30 Diagrama de Gantt del Cronograma de Implementación de la metodología del Last Planner System y PPC

Fuente propia

4.3 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

A continuación, se muestra como se empleará esta metodología en la semana 39 del proyecto:

1. Medicion periódica semanal de los índices SPI y CPI.

La medición de los indicadores del SPI y CPI se realizará antes de la implementación de la metodología del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan Cumplido). Tales mediciones se realizarán según se indicó líneas arriba desde la semana 1 a la semana 39 inclusive. Los resultados de estos indicadores se verán en el capítulo 4.

2. Talleres de capacitación.

Los talleres de capacitación serán brindados a todos los recursos involucrados y se explicará a detalle la ejecución de la metodología del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan Cumplido). Los talleres de capacitación tendrán una duración de 14 días y se dictarán por 2 horas de lunes a viernes. A continuación se muestra un resumen de la metodología del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan Cumplido). (Ver Gráfico 31):

Gráfico 31 Resumen de la metodología del Last Planner System y PPC(Porcentaje de Plan Cumplido)

Fuente Propia

Las licencias para el software a emplear en la implementación del Last Planner System serán adquiridas para cada usuario e instaladas en cada una de sus máquinas. El software permitirá construir un cronograma virtual en función a las actividades que puedan ser programadas en un periodo de tres semanas en adelante , según la cantidad de recursos con que se dispone , así como asignar un responsable encargado de canalizar estos recursos de manera anticipada para el cumplimiento de tales actividades programadas en determinadas fechas pactadas con el cliente.

2. Planificación Maestra

-Identificación de actividades a ejecutar:

La planificación se realizará en base a la ruta crítica. Los problemas de ejecución, que tiene cada una de las actividades, se listarán a continuación. Asimismo, se propone un listado de estrategias de mejora y de mitigación.

Por otro lado, la programación maestra se elaborará en el software Primavera y Excel. Para identificar las actividades a ejecutar en el periodo mencionado, se procederá a realizar un filtro avanzado.

Dentro del filtro de la programación maestra, se identificará las siguientes columnas:

- Descripción de la actividad.
- Total Metrado semanal correspondiente a la semana 39 del proyecto (Total a producir).
- Total Horas-Hombre semanal correspondiente a la semana 39 del proyecto.
- Avance programado correspondiente a la semana 39 del proyecto.
- Avance ejecutado correspondiente a la semana 39 del proyecto.

Los detalles se muestran en la gráfica a continuación (Ver cuadro 42):

Cuadro 42 ACTIVIDAD: CARGUÍO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE MATERIAL 3B/3C Y METRADO DEL PERIODO CORRESPONDIENTE A LA SEMANA 39 DEL PROYECTO.

ID de la actividad		Descripción de la actividad		Metrado programado		Sumatorias parciales del metrado semanal									
				Linea Base		HH		SEM 39							
								Fecha							

Dentro del proyecto, se tiene las siguientes actividades como parte de la ruta crítica.(Ver cuadro 43):

Cuadro 43 Ruta crítica

ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO
1.1	Movilización de equipos y materiales a obra
1.9	Mantenimiento de Vías
2.1.2	Relleno de 3B
2.1.4	Relleno de Enrocado Grueso/Enrocad (Intrusivo)
2.1.5	Relleno de transición 3A
2.1.6	Relleno de filtros 2B
2.1.7	Relleno de Morrena
2.1.8	Concreto Asfáltico
2.5.1	Rampas de acceso estribo derecho e izquierdo
2.5.2	Camino acceso Público
2.6.1	Línea Norte Transporte de Relaves

Fuente Propia

4. Implementación de la Planificación Intermedia (Look Ahead Planning)

A partir de la semana 39 del proyecto. Se proyectará 3 semanas en adelante (3W o lookahead). Este horizonte de planificación tendrá el objetivo de planificar el trabajo en base a los metrados ejecutados en la semana en análisis (semana 39). Descartando, como referencia, el metrado programado de la semana en análisis (semana 39), para la programación futura de 3 semanas o lookahead; las cuales, son posteriores a la semana 39. Esto, debido a que este lookahead, tiene por objetivo, sincerar el trabajo, que realmente, puede ser ejecutado con los recursos disponibles.

Las proyecciones de lo programado para la semana 40, 41 y 42 (proyección estimada para el lookahead o 3W), podrían variar respecto del avance programado al inicio del proyecto. Es decir, podrían ser un promedio o cantidad diferente dependiendo de las restricciones, actividades ejecutadas y el juicio de experto del jefe de construcción en la semana.

A continuación se muestran los cuadros de la programación 3W o lookahead planning. (Ver cuadro 44,45,46,47,48,49):

Cuadro 44 que muestra el horizonte de 3 semanas en adelante (semana 40, semana 41, semana 42)

					SEM 39											
					Linea Base	HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
									V	S	D	L	M	M	J	
Iter Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA									
LB2-1 CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVES	24-Aug-15	31-Oct-16			463,463.70	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2 CONSTRUCCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	10-Sep-15	22-Dec-16			463,464	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES	10-Sep-15	28-Oct-16			139,448	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	Movilización de equipos y materiales a obra						Progr.									
							Gan.									
17	Desmovilización de equipos y facilidades						Progr.									
							Gan.									
18	Facilidades en obra (oficinas talleres y almacenes)						Progr.									
							Gan.									
19	Equipos permanentes (movilizaciones internas en obra de personal)						Progr.									
							Gan.									
20	Señalización en obra						Progr.									
							Gan.									
21	Servicio de vigia, control de tránsito.	04-Oct-15	15-Dec-16	hh	51,866	55,000	1	Progr.	144	144	144	144	144	144	144	1009
							1	Gan.	31	31	31	31	31	31	31	218
22	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh	32,773	40,375	1	Progr.	103	103	103	103	103	103	103	718
							1	Gan.	20	20	20	20	20	20	20	138
23	Trazo y replanteo	17-Sep-15	15-Dec-16	mes	11.00	33,600	1	Progr.	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.203
							1	Gan.	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.046
24	Mantenimiento de Vías	03-Oct-15	15-Dec-16	mes	11.00	6,131	1	Progr.	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.214
							1	Gan.	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.046
25	Operacion de Garza	01-Nov-15	15-Dec-16	mes	0.53	2,880	1	Progr.	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.009
							1	Gan.	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.009
26	Tratamiento en Botaderos	01-Nov-15	15-Dec-16	m3	130,000	1,462	1	Progr.	315	315	315	315	315	315	315	2203
							1	Gan.	315	315	315	315	315	315	315	2203
LB2-1.2.2 ELEVACIÓN 4115 Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	25-Sep-15	22-Dec-16			324,016		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.1 ELEVACION PRESA NIV. 4115: 3A, 2B, 3B, CU	25-Sep-15	13-Sep-16			226,028		-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Fuente propia

Cuadro 45 horizonte de 3 semanas en adelante 1 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.

							SEM 40										SEM 41								SEM 42							
			Línea Base		HH		20-May-16	21-May-16	22-May-16	23-May-16	24-May-16	25-May-16	26-May-16	Total Sem	27-May-16	28-May-16	29-May-16	30-May-16	31-May-16	01-Jun-16	02-Jun-16	Total Sem	03-Jun-16	04-Jun-16	05-Jun-16	06-Jun-16	07-Jun-16	08-Jun-16	09-Jun-16	Total Sem		
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J			
	LB2-1 CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVES	24-Aug-15	31-Oct-16			463,463.70	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
	LB2-1.2 CONSTRUCCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	10-Sep-15	22-Dec-16			463,464	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
	LB2-1.2.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES	10-Sep-15	28-Oct-16			139,448	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
16	Movilización de equipos y materiales a obra																															
17	Desmovilización de equipos y facilidades																															
18	Facilidades en obra (oficinas talleres y almacenes)																															
19	Equipos permanentes (movilizaciones internas en obra de personal)																															
20	Señalización en obra																															
21	Servicio de vigia, control de tránsito.	04-Oct-15	15-Dec-16	hh	51,866	55,000	50	50	50	50	50	50	50	350	50	50	50	50	50	50	50	350	60	60	60	60	60	60	60	60	420	
22	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh	32,773	40,375	35	35	35	35	35	35	35	245	35	35	35	35	35	35	35	245	35	35	35	35	35	35	35	35	245	
23	Trazo y replanteo	17-Sep-15	15-Dec-16	mca	11.00	33,600	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.163	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.272	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.039	0.272		
24	Mantenimiento de Vías	03-Oct-15	15-Dec-16	mca	11.00	6,131	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.070	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.070	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.070		
25	Operacion de Garza	01-Nov-15	15-Dec-16	mca	0.53	2,880	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.009		
26	Tratamiento en Botaderos	01-Nov-15	15-Dec-16	m3	130,000	1,462	315	315	315	315	315	315	315	2203	315	315	315	315	315	315	315	2203	315	315	315	315	315	315	315	2203		
	LB2-1.2.2 ELEVACIÓN 4115 Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	25-Sep-15	22-Dec-16			324,016	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
	LB2-1.2.2.1 ELEVACION PRESA NIV. 4115: 3A, 2B, 3B	25-Sep-15	13-Sep-16			226,028	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
	LB2-1.2.2.1.1 Actividades Provisionales	25-Sep-15	09-Dec-15			40,233	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
31	Construccion de pozos y estructuras de control ambiental para P	25-Sep-15	26-Nov-15	glb	1.00	1,021																										
32	Facilidades para Planta de Asfalto	03-Oct-15	03-Dec-15	glb	1.00	4,577																										
27	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh																												

Fuente propia

Cuadro 46 horizonte de 3 semanas en adelante 2 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.

								SEM 40										SEM 41							SEM 42						
				Linea Base		HH		20-May-16	21-May-16	22-May-16	23-May-16	24-May-16	25-May-16	26-May-16	Total Sem	27-May-16	28-May-16	29-May-16	30-May-16	31-May-16	01-Jun-16	02-Jun-16	Total Sem	03-Jun-16	04-Jun-16	05-Jun-16	06-Jun-16	07-Jun-16	08-Jun-16	09-Jun-16	Total Sem
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J		
32	Facilidades para Planta de Asfalto	09-Oct-15	09-Dec-15	glt	1.00	4,577																									
27	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh																											
35	Conformación de bermas de protección aguas abajo con material	19-Aug-16	13-Sep-16	m3	4,834	836																									
36	Instalación de Hitos de monitoreo en el rockfill aguas abajo *	19-Aug-16	13-Sep-16	und	8.00	40																									
LB2-1.2.2.1.2.1 4105 - 4113						18,413																									
34	Cargaio, transporte y colocacion de material 3B/3C *	09-Oct-15	28-Jul-16	m3	130,312.55	18,413	500	500	500	500	500	500	500	3500	500	500	500	500	500	500	500	3500	500	500	500	500	500	500	500	500	3500
LB2-1.2.2.1.2.2 4113 - 4114						7,643																									
A1	Cargaio, transporte y colocacion de material 3B/3C *	05-Dec-15	03-Aug-16	m3	73,401.71	7,643	385	385	385	385	385	385	385	2693	320	320	320	320	320	320	320	2243	365	365	365	365	365	365	365	2557	
LB2-1.2.2.1.2.3 4114 - 4115						7,643																									
A2	Cargaio, transporte y colocacion de material 3B/3C *	17-Jan-16	21-Aug-16	m3	63,196.53	7,643	350	350	350	350	350	350	350	2449	291	291	291	291	291	291	291	2040	332	332	332	332	332	332	332	2326	
LB2-1.2.2.1.3 Construccios de Muro de Concreto						383																									
38	Encofrado y Desencofrado para construcción de muro de concreto	09-Oct-15	03-Aug-16	m2	64.08	80																									
39	Colocación de concreto para construcción de muro de concreto	03-Aug-16	03-Aug-16	m3	229.00	303																									
LB2-1.2.2.1.4 Relleno de Enrocado Gresol/Enrocado (H)						899																									
41	Cargaio, transporte y colocacion de material 3B/3C (Saldo recont)	07-Jan-16	03-Jun-16	m3	8,836.45	899	40	40	40	40	40	40	40	280	40	40	40	40	40	40	40	280	40	40	40	40	40	40	40	280	
LB2-1.2.2.1.5 Relleno de transición 3A						14,257																									
LB2-1.2.2.1.5.1 4107 - 4113						6,304																									
43	Cargaio, transporte y colocacion de material 3A *	17-Jan-16	28-Jul-16	m3	13,291.52	6,304	120	120	120	120	120	120	120	841	100	100	100	100	100	100	100	701	114	114	114	114	114	114	114	739	
LB2-1.2.2.1.5.2 4113 - 4114						3,688																									
A6	Cargaio, transporte y colocacion de material 3A *	03-Feb-16	03-Aug-16	m3	10,113.43	3,688	52	52	52	52	52	52	52	361	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		
LB2-1.2.2.1.5.3 4114 - 4115						3,665																									
A7	Cargaio, transporte y colocacion de material 3A *	23-Feb-16	21-Aug-16	m3	7,057.34	3,665	39	39	39	39	39	39	39	271	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		

Cuadro 47 horizonte de 3 semanas en adelante 3 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42

Re Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	SEM 40								SEM 41								SEM 42							
						20-May-16								27-May-16								03-Jun-16							
						V	S	D	L	M	M	J	Total Sem	V	S	D	L	M	M	J	Total Sem	V	S	D	L	M	M	J	Total Sem
A6 Carguo, transporte y colocacion de material 3A *	03-Feb-16	03-Aug-16	m3	10,113.43	3,688	52	52	52	52	52	52	52	361	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LB2-1.2.2.1.5.3 4114 - 4115	29-Feb-16	21-Aug-16			3,665	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
A7 Carguo, transporte y colocacion de material 3A *	29-Feb-16	21-Aug-16	m3	7,057.34	3,665	39	39	39	39	39	39	39	271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LB2-1.2.2.1.6 Relaseo de filtros 2B	06-Oct-15	25-Aug-16			27,233	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
45 Retiro y escarificado de material 2B actual *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,250.00	224																								
46 Carguo y transporte de material 2B escarificado (d < 1 km) *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,250.00	345																								
47 Eliminación de material de 2B actual escarificado (d > 1 km) *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,300.00	26																								
43 Retiro e instalación de barandas y sogas *	26-Jan-16	02-Feb-16	ciclo	0.00	900																								
LB2-1.2.2.1.6.1 4107 - 4113	06-Oct-15	01-Aug-16			13,119	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
48 Carguo, transporte y colocacion de material 2B *	17-Jan-16	01-Aug-16	m3	28,163.54	10,056	163	163	163	163	163	163	163	1186	141	141	141	141	141	141	141	387	161	161	161	161	161	161	161	1126
A8 Carguo, transporte y colocacion de material 2B (Capa de Prote	06-Oct-15	16-Oct-15	m3	5,133.13	1,946																								
A8 Mezclado de Material 2B con Intrazivo (3:1) *	06-Oct-15	16-Oct-15	m3	5,133.13	1,117																								
LB2-1.2.2.1.6.2 4113 - 4114	03-Feb-16	13-Aug-16			5,660	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
A3 Carguo, transporte y colocacion de material 2B *	03-Feb-16	13-Aug-16	m3	15,683.32	5,660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LB2-1.2.2.1.6.3 4114 - 4115	17-Jul-16	25-Aug-16			6,353	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
A14 Carguo, transporte y colocacion de material 2B	17-Jul-16	25-Aug-16	m3	13,000.74	6,353																								
LB2-1.2.2.1.7 Relaseo de Morreasa	28-Sep-15	14-Aug-16			72,370	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
LB2-1.2.2.1.7.1 Morreasa 4105 - 4107	28-Sep-15	27-Dec-15			25,723	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
A19 Colocación Morreasa TM 3"	01-Nov-15	24-Dec-15	m3	4,561.75	5,402																								
A21 Colocación Morreasa TM 6"	12-Oct-15	27-Dec-15	m3	29,453.17	20,321																								
LB2-1.2.2.1.7.2 Morreasa 4107 - 4115	20-Nov-15	14-Aug-16			43,549	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente Propia.

Cuadro 48 horizonte de 3 semanas en adelante 4 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Fuente Propia.

Cuadro 49 horizonte de 3 semanas en adelante 5 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.

				SEM 40								SEM 41								SEM 42									
				Línea Base	HH	20-May-16	21-May-16	22-May-16	23-May-16	24-May-16	25-May-16	26-May-16	Total Sem	27-May-16	28-May-16	29-May-16	30-May-16	31-May-16	01-Jun-16	02-Jun-16	Total Sem	03-Jun-16	04-Jun-16	05-Jun-16	06-Jun-16	07-Jun-16	08-Jun-16	09-Jun-16	Total Sem
Ite Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J	
A83 Colocación de concreto 20Mpa (zanja tubería)	25-Aug-16	15-Sep-16		700.00	32																								
A84 Relleno estructural sobre dado de tubería	04-Sep-16	15-Sep-16		300.00	32																								
A84 Instalación de línea HDPE SDR-T-3 de 14" (RFQ 14)	15-Aug-16	24-Aug-16		1.00	32																								
A84 Caja de transición y caja de válvulas (RFQ Q14)	25-Aug-16	04-Sep-16		1.00	32																								
A84 Instalación de spools 8", 14" Inox, y prueba hidrostática (RFQ 14)	05-Sep-16	09-Sep-16		1.00	32																								
A84 Relleno Estructural (Caja de transición) (RFQ 14)	10-Sep-16	15-Sep-16		1.00	32																								
LB2-1.2.2.4 SISTEMA DE DRENAJE POR BOMBEO (E)	08-Feb-16	30-May-16			516	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.4.1 Tubería 315mm, 355mm	08-Feb-16	30-May-16			516	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
87 Tubería sólida HDPE SDR11 355mm	21-Feb-16	28-Mar-16	ml	145.07	77																								
88 Abrazadera de acero	14-Apr-16	27-May-16	und	16.00	44	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	2.00	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	2.00	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	2.00
89 Pernos anclaje de 12mm	14-Apr-16	27-May-16	und	64.00	22	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	8.00	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	8.00	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	8.00
90 Pernos anclaje de 6mm	14-Apr-16	27-May-16	gib	1.00	22	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13
91 Plancha de acero de 150mmx150mmx3mm	14-Apr-16	27-May-16	und	32.00	44	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	4.00	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	4.00	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	4.00
A85 Excavación de zanja para tubería	08-Feb-16	17-Feb-16		400.00	77																								
A86 Tubería perforada HDPE SDR11 315mm	16-Feb-16	01-Mar-16		100.00	77																								
A87 Grava para drenaje	11-Feb-16	30-May-16		400.00	77	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	23.53	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	23.53								
A88 Tubería perforada HDPE 355mm SDR11	21-Feb-16	05-Mar-16		100.00	77																								

Fuente Propia.

5. Implementación del Análisis del Avance Semanal (medición del PPC, SPI y CPI).

En este caso, el periodo analizado es la semana 39. En esta semana, el SPI con Last Planner System se calculará así:

*Para el ID 34

$SPI = \text{Valor Ganado} / \text{Valor Programado}$

$SPI = 4016 / 5556 = 0.72282$

El SPI menor a 1, para el ID 34, indica que estamos atrasados en esta actividad, respecto al avance programado para la semana en análisis.

Veámos el cuadro de donde se obtuvo los cálculos.(Ver cuadro 50):

Cuadro 50 Cálculos SPI – ID 34 – Semana 39

						SEM 39															
						Linea Base	HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem				
LB2-1.2.2.1.2.1 4105 - 4113						09-Oct-15	28-Jul-16														
34	Carguío, transporte y colocacion de material 3B/3C *					09-Oct-15	28-Jul-16	m3	190,312.55		18,413	1	-	-	-	-	-	-			
												1	Progr.	794	794	794	794	794	794	794	5556
												1	Gan.	574	574	574	574	574	574	574	4016

Fuente Propia

A continuación se muestra el cálculo del equivalente de este metrado en Horas –Hombre (HH).

Según presupuesto, el metrado total, para el componente adjunto del ID 34, es de 190,312.55 metros cúbicos. Esto se puede observar en el cuadro anterior. Asimismo, su equivalente en Horas Hombre es de : 18413 Horas Hombre.

Esta equivalencia se obtiene en función de la cuadrilla o grupo de trabajadores destinados a la ejecución de esta tarea. Veámos los cálculos considerados en el proyecto (Ver cuadro 52,53 y 54):

Cuadro 51 Cálculo de rendimiento de cuadrilla.

Metrado Total
190,312.55 m3

Cuadrilla Colocación , nivelación y compactación de material 3B/3C

2 peón
5 vigías
1.8 capataz

Rendimiento 90.6579988 m3/hr

Cuadro 52 Cálculo de HH.

Fórmula Aplicada

$\left \begin{array}{c} 2 + 5 + 1.8 \end{array} \right \times \left \frac{190312.55}{90.6579988} \right = 18413 \text{ HH}$

Fuente Propia

Por otro lado, para obtener las H-H (Horas Hombre) ejecutadas (ganadas) de la semana 39, se realiza el siguiente cálculo:

$$463463.7 \times 30.62 \% = 141912.58 \text{ HH}$$

Cuadro 53 Curva S - HH

	Semana Num	34	35	36	37	38	39
	Curva S (% de HH)	14-Apr-16	21-Apr-16	28-Apr-16	05-May-16	12-May-16	19-May-16
Total Proyecto	Avance Programado %	2.280%	2.321%	2.926%	2.959%	2.101%	2.341%
	Avance Programado Acum. %	39.3%	41.6%	44.5%	47.5%	49.6%	51.9%
	Avance Ganado %	1.65%	0.78%	0.82%	1.22%	1.09%	1.63%
	Avance Ganado Acum. %	25.07%	25.85%	26.68%	27.90%	28.99%	30.62%

Fuente Propia

Se puede inferir que 141912.58 vendría a ser el ejecutado acumulado hasta la semana 39 para el proyecto en estudio.

Cuadro 54 Actividades Planificadas y completadas.

A continuación se muestra el cálculo del PPC (Porcentaje del Plan Cumplido) para la semana 39:

N° DE ACT PLANIF.	33
N° DE ACT. COMPLET.	12
PPC %	36%

Fuente Propia

Estos cálculos provienen de los siguientes cuadros (Ver cuadros 55,56,57,58,59,60,61 y 62):

Cuadro 55 de cumplimiento de actividades 1 de 8 – Semana 39.

				Linea Base	HH			
						Restricciones	Cumplimiento	Tipo Causa
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	%	
LB2-1	CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAYES	24-Aug-15	31-Oct-16			463,463.70		
LB2-1.2	CONSTRUCCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	10-Sep-15	22-Dec-16			463,464		
LB2-1.2.1	ACTIVIDADES PRELIMINARES	10-Sep-15	28-Oct-16			139,448		
16	Movilización de equipos y materiales a obra						-	-
17	Desmovilización de equipos y facilidades						-	-
18	Facilidades en obra (oficinas talleres y almacenes)						-	-
19	Equipos permanentes (movilizaciones internas en obra de personal)						-	-
20	Safalización en obra						-	-
21	Servicio de vigia, control de tránsito.	04-Oct-15	15-Dec-16	hh	51,866	55,000	22%	NO OTROS
22	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh	32,773	40,375	19%	NO OTROS
23	Trazo y replanteo	17-Sep-15	15-Dec-16	mcs	11.00	33,600	23%	NO OTROS
24	Mantenimiento de Vías	03-Oct-15	15-Dec-16	mcs	11.00	6,131	22%	NO OTROS
25	Operación de Garza	01-Nov-15	15-Dec-16	mcs	0.53	2,880	100%	SI
26	Tratamiento en Botaderos	01-Nov-15	15-Dec-16	m3	130,000	1,462	100%	SI
LB2-1.2.2	ELEVACIÓN 4115 Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	25-Sep-15	22-Dec-16			324,016		
LB2-1.2.2.1	ELEVACIÓN PRESA NIV. 4115: 3A, 2B, 3B	25-Sep-15	13-Sep-16			226,028		
LB2-1.2.2.1.1	Actividades Provisionales	25-Sep-15	09-Dec-15			40,233		
31	Construcción de pozos y estructuras de control ambiental para P	25-Sep-15	26-Nov-15	glb	1.00	1,021	-	-
32	Facilidades para Planta de Asfalto	03-Oct-15	03-Dec-15	glb	1.00	4,577	-	-
27	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh			-	-

Fuente Propia

Cuadro 56 de cumplimiento de actividades 2 de 8 – Semana 39.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Cuadro 57 de cumplimiento de actividades 3 de 8 – Semana 39.

						Linea Base		HH		
Ite Actividad						Inicio	Fin	Unida	Metrado	HH
A7	Carguío, trasporte y colocacion de material 3A *					23-Feb-16	21-Aug-16	m3	7,057.34	3,665
LB2-1.2.2.1.6 Relleno de filtros 2B						06-Oct-15	25-Aug-16			27,233
45	Retiro y escarificado de material 2B actual *					26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,250.00	224
46	Carguío y trasporte de material 2B escarificado (d < 1 km) *					26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,250.00	345
47	Eliminación de material de 2B actual escarificado (d > 1 km) *					26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,300.00	26
43	Retiro e instalación de barandas y sogas *					26-Jan-16	02-Feb-16	ciclo	0.00	900
LB2-1.2.2.1.6.1 4107 - 4113						06-Oct-15	01-Aug-16			13,113
48	Carguío, trasporte y colocacion de material 2B *					17-Jan-16	01-Aug-16	m3	28,163.54	10,056
A8	Carguío, trasporte y colocacion de material 2B (Caps de Prote					06-Oct-15	16-Oct-15	m3	5,133.19	1,346
A8	Mezclado de Material 2B con Intrusivo (3:1) *					06-Oct-15	16-Oct-15	m3	5,133.19	1,117
LB2-1.2.2.1.6.2 4113 - 4114						03-Feb-16	13-Aug-16			5,660
A3	Carguío, trasporte y colocacion de material 2B *					03-Feb-16	13-Aug-16	m3	15,663.92	5,660
LB2-1.2.2.1.6.3 4114 - 4115						17-Jul-16	25-Aug-16			6,353
A14	Carguío, trasporte y colocacion de material 2B					17-Jul-16	25-Aug-16	m3	19,000.74	6,353
LB2-1.2.2.1.7 Relleno de Morreas						28-Sep-15	14-Aug-16			72,370
LB2-1.2.2.1.7.1 Morreas 4105 - 4107						28-Sep-15	27-Dec-15			25,723
A19	Colocación Morreas TM 3"					01-Nov-15	24-Dec-15	m3	4,561.75	5,402
A21	Colocación Morreas TM 6"					12-Oct-15	27-Dec-15	m3	29,453.17	20,321
LB2-1.2.2.1.7.2 Morreas 4107 - 4115						20-Nov-15	14-Aug-16			43,543
LB2-1.2.2.1.7.2.1 4107 - 4110						27-Dec-15	31-May-16			21,413
A24	Colocación Morreas TM 6"					27-Dec-15	16-Feb-16	m3	23,922.30	7,138

Restricciones		
Proceso constructivo variado, cambio de procesos constructivo		

Fuente Propia

Cuadro 58 de cumplimiento de actividades 4 de 8 – Semana 39.

			Linea Base		HH	Restricciones	Cumplimiento		Tipo Causa	
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH		%		
A25	Colocación Morrea TM 12" *	23-Dec-15	31-May-16	m3	37,335.48	14,275	Falta de Equipos del contratista	88%	NO	EM-CONT
LB2-1.2.2.1.7.2.2 4110 - 4113		16-Feb-16	05-Jul-16			13,629				
A27	Colocación Morrea TM 6"	16-Feb-16	05-Jul-16	m3	25,825.32	13,629	Falta de Equipos del contratista	88%	NO	EM-CONT
LB2-1.2.2.1.7.2.3 4113 - 4114		21-Apr-16	19-Jul-16			3,811				
A28	Colocación Morrea TM 6"	21-Apr-16	19-Jul-16	m3	7,458.70	3,811	Cambio del procesos constructivo		NO	ING-CLN
LB2-1.2.2.1.7.2.4 4114 - 4115		19-Jul-16	14-Aug-16			4,636				
A31	Colocación Morrea TM 6" *	19-Jul-16	14-Aug-16	m3	3,012.70	4,636		-	-	
LB2-1.2.2.1.7.14 Relleno de Morrea sobre Asfalto		02-Jul-16	14-Aug-16			3,638				
A15	Colocación Morrea TM 6" (Ancho 4 m // Asfalto)	02-Jul-16	28-Jul-16	m3	3,617.09	1,843		-	-	
A35	Colocación Morrea TM 6" (De 4 m hasta 8.4 m)	13-Jul-16	14-Aug-16	m3	3,617.09	1,843		-	-	
LB2-1.2.2.1.8 Area de Relaves		20-Dec-15	26-Aug-16			20,527				
A36	Transporte, colocación, nivelación de Area de Relave	20-Dec-15	26-Aug-16	m3	15,000.00	20,527		100%	SI	
LB2-1.2.2.1.9 Concreto Asfaltico		17-Dec-15	28-Jul-16			18,386				
55	Produccion de Concreto Asfaltico	19-Mar-16	28-Jul-16	m3	15,145.33	5,834	Lluvias y tormentas electrica.	48%	NO	CA-NAT
LB2-1.2.2.1.9.7 Núcleo 4113- 4114, Prog. 0+060 a 1+03		20-Mar-16	27-Jun-16			10,677				
A34	Carguío, transporte y colocación, nivelación y compactación de	20-Mar-16	17-May-16	m3	8,967.25	6,268	Cambios de Ingenieria		NO	ING-CLN
A34	Carguío, transporte y colocación, nivelación y compactación de	23-May-16	27-Jun-16	m3	4,413.20	3,782	Cambios de Ingenieria	-	-	
A34	Preparación, transporte y colocación de mastic asfáltico Horizontal	24-Mar-16	27-Jun-16	glb	1.00	627	Cambios de Ingenieria			
LB2-1.2.2.1.9.8 Núcleo 4114- 4115, Prog. 0+060 a 1+03		27-Jun-16	28-Jul-16			1,815				
A34	Carguío, transporte y colocación, nivelación y compactación de	27-Jun-16	28-Jul-16	m3	1,705.48	1,335		-	-	
A35	Preparación, transporte y colocación de mastic asfáltico Horizontal	27-Jun-16	28-Jul-16	glb	1.00	420		-	-	

Fuente Propia

Cuadro 59 de cumplimiento de actividades 5 de 8 – Semana 39.

					Linea Base	HH				
							Restricciones	Cumplimiento		Tipo Causa
								%		
A41	Colocación de curb de concreto utilizando máquina extrusora	03-Mar-16	21-Apr-16	m3	274.16	509		-	-	
LB2-1.2.2.1.11.3 Termina de curb en Estribos						284				
62	Colocación de curb de concreto utilizando máquina extrusora	20-Jun-16	26-Jul-16	m3	3.77	7		-	-	
63	Colocación de curb empleando encofrado manual	22-Jun-16	26-Jul-16	m3	4.00	27		-	-	
64	Instalación de Hitos de monitoreo en la cresta del curb	01-Jul-16	30-Jul-16	und	0.00	250		-	-	
LB2-1.2.2.1.12 Grava Dren Modificada						6,914				
LB2-1.2.2.1.12.1 Relleno de G.D.M. 4107 - 4110 (IDT 01)						654				
A13	Carguío, transporte y colocación de Grava Dren Modificada *	19-Mar-16	03-Jun-16	m3	3,630.72	654		100%	SI	
LB2-1.2.2.1.12.2 Relleno de G.D.M. 4110 - 4113 (IDT 02)						3,756				
A13	Carguío, transporte y colocación de Grava Dren Modificada *	02-Jun-16	26-Jul-16	m3	20,833.74	3,756		-	-	
LB2-1.2.2.1.12.3 Relleno de G.D.M. 4113 - 4114 (IDT 03)						1,251				
A13	Carguío, transporte y colocación de Grava Dren Modificada *	14-Jul-16	07-Aug-16	m3	6,345.34	1,251				
LB2-1.2.2.1.12.4 Relleno de G.D.M. 4114 - 4115 (IDT 04)						1,253				
A13	Carguío, transporte y colocación de Grava Dren Modificada *	23-Jul-16	19-Aug-16	m3	6,526.31	1,253		-	-	
LB2-1.2.2.1.13 Intrusivo Fino						22,833				
LB2-1.2.2.1.13.1 Relleno de I.F. 4110 - 4113 (IDT 024)						12,682				
A13	Carguío, transporte y colocación de Intrusivo Fino *	17-May-16	24-Jul-16	m3	35,118.35	12,682	No se Terminó los engrapes entre morrena grava modificada. Se		NO	ING-CLN
LB2-1.2.2.1.13.2 Relleno de I.F. 4113 - 4114 (IDT 024)						5,071				
A13	Carguío, transporte y colocación de Intrusivo Fino *	12-Jul-16	05-Aug-16	m3	13,341.68	5,071		-	-	
LB2-1.2.2.1.13.3 Relleno de I.F. 4114 - 4115 (IDT 024)						5,080				
A13	Carguío, transporte y colocación de Intrusivo Fino *	21-Jul-16	17-Aug-16	m3	12,381.55	5,080		-	-	
LB2-1.2.2.2 REVESTIMIENTO CON GEOMEMBRANA						749				
LB2-1.2.2.2.1 Reparación de geomembrana existente e						749				

Fuente Propia

Cuadro 60 de cumplimiento de actividades 6 de 8 – Semana 39.

			Linea Base	HH				
			Inida	Metrado	HH	Restricciones	Cumplimiento	Tipo Causa
Ite	Actividad	Inicio	Fin				%	
LB2-1.2.2.3.1.2.3 Sistema de Drenaje por Gravedad 41			09-Dec-15	23-Aug-16		8,148		
A56	Excavacion de zanja para tubería	09-Dec-15	04-Mar-16		200.00	1,044	-	-
A57	Excavacion en roca	09-Dec-15	12-Apr-16		200.00	312	-	-
A58	Colocacion de concreto 20Mpa (Mejoramiento fundación)	22-Dec-15	19-Apr-16		17.64	134	-	-
A59	Tubería sólida HDPE SDR11 355mm	29-Dec-15	21-Apr-16		80.00	734	-	-
A60	Tubería sólida HDPE SDR11 200mm	29-Dec-15	23-Apr-16		1.00	164	-	-
A61	Colocacion de concreto 20Mpa (zanja tubería)	02-Jan-16	27-Apr-16		1.00	1,147	-	-
A62	Relleno estructural sobre dado de tubería	05-Jan-16	07-May-16		1.00	1,231	-	-
LB2-1.2.2.3.1.2.3.1 Desvio #3, transito comunidades			16-Aug-16	23-Aug-16		2,602		
A63	Conformacion de rampa provisional para desvio	16-Aug-16	19-Aug-16		1.00	164	-	-
A64	Desvio de transito #3	19-Aug-16	20-Aug-16		1.00	1,147	-	-
A65	Retiro de capa de rodadura provisional del Desvio #2	21-Aug-16	23-Aug-16		1.00	1,231	-	-
LB2-1.2.2.3.1.2.4 Sistema de Drenaje por Gravedad 41			15-Jul-16	21-Sep-16		3,860		
T3	Excavacion en roca	19-Jul-16	02-Aug-16	m3	0.00	653	-	-
T4	Excavación de zanja con picotón	03-Aug-16	17-Aug-16	m3	0.00	1,044	-	-
T5	Colocacion de concreto 20Mpa (zanja tubería)	13-Aug-16	19-Aug-16	m3	711.63	134	-	-
T6	Relleno Estructural (Caja colector)	15-Sep-16	21-Sep-16	m3	32.15	16	-	-
T7	Acero refuerzo (Caja colector)	22-Aug-16	25-Aug-16	Kg	3,673.58	263	-	-
T8	Concreto 10Mpa (Caja colector)	20-Aug-16	21-Aug-16	m3	28.19	86	-	-

Fuente Propia

Cuadro 61 de cumplimiento de actividades 7 de 8 – Semana 39.

				Linea Base		HH			
				Unidad		Metrado			
						HH			
Ite	Actividad	Inicio	Fin			HH			
A84	Caja de transición y caja de válvulas (RFO 014)	25-Aug-16	04-Sep-16		1.00	32			
A84	Instalación de spoolz 8", 14" Inox, y prueba hidrostática (RFO 14)	05-Sep-16	09-Sep-16		1.00	32			
A84	Relevo Estructural (Caja de transición) (RFO 14)	10-Sep-16	15-Sep-16		1.00	32			
LB2-1.2.2.4 SISTEMA DE DRENAJE POR BOMBEO (E)						516			
LB2-1.2.2.4.1 Tubería 315mm, 355mm						516			
87	Tubería soldada HDPE SDR11 355mm	21-Feb-16	28-Mar-16	ml	145.07	77			
88	Abrazadera de acero	14-Apr-16	27-May-16	und	16.00	44			
89	Pernos anclaje de 12mm	14-Apr-16	27-May-16	und	64.00	22			
90	Pernos anclaje de 6mm	14-Apr-16	27-May-16	glb	1.00	22			
91	Plancha de acero de 150mmx150mmx3mm	14-Apr-16	27-May-16	und	32.00	44			
A85	Excavación de zanja para tubería	08-Feb-16	17-Feb-16		400.00	77			
A86	Tubería perforada HDPE SDR11 315mm	16-Feb-16	01-Mar-16		100.00	77			
A87	Grava para drenaje	11-Feb-16	30-May-16		400.00	77			
A88	Tubería perforada HDPE 355mm SDR11	21-Feb-16	05-Mar-16		100.00	77			
LB2-1.2.2.5 CAMINOS Y RAMPAS DE ACCESO						47,718			
LB2-1.2.2.5.1 Rampas de acceso estribo derecho e izquierdo						4,206			
34	Excavación en roca	20-Sep-16	29-Sep-16	m3	6,081.46	2,328			
35	Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)	30-Sep-16	19-Oct-16	m3-km	4,072.67	361			
36	Transporte de material 3B/3C (d > 1 km)	30-Sep-16	19-Oct-16	m3-km	2,036.34	52			

			Restricciones	Cumplimiento	Tipo Causa
				%	
				-	-
				-	-
				-	-
				-	-
				-	-
				-	-
			Actividades atrasadas por los que se reprogramaron	100%	SI
			Actividades atrasadas por los que se reprogramaron	100%	SI
			Actividades atrasadas por los que se reprogramaron	100%	SI
			Actividades atrasadas por los que se reprogramaron	100%	SI
				-	-
				-	-
				100%	SI
				-	-
				-	-
				-	-

Fuente Propia

Cuadro 62 de cumplimiento de actividades 8 de 8 – Semana 39.

					Linea Base	HH	
					Restricciones		
					Cumplimiento		Tipo Causa
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	
118	Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)	29-Oct-15	18-Aug-16	m3-km	46,663.18	2,068	
119	Transporte de material 3B/3C (d > 1 km)	29-Oct-15	18-Aug-16	m3-km	23,331.53	297	
120	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	29-Oct-15	18-Aug-16	m3	46,663.18	2,382	
121	48" Pipe HDPE SDR 17, PE 4710 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	ml	700.00	6,151	
122	48" Flange Adaptor HDPE SDR 17 PE 4710 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	und	28.00	630	
123	48" FLG Bocking, ANSI/AWWA C207 CL D (115-150 PSI) FF CS	17-Feb-16	21-Apr-16	und	28.00	723	
124	48" Pipe-Spool STD w/T ERW CS A53-B Type E, Lined with V2	17-Feb-16	21-Apr-16	GL	4.00	1,160	
125	48" FLG SO, AWWA C207 CLASS D, FF, STL A105 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	und	4.00	445	
126	48" V4-04: Knife Gate 150# FF STL, SS 316L HO (reubicación)	17-Feb-16	22-Apr-16	und	2.00	170	
127	28" FLG SO, AWWA C207 CLASS D, FF, STL A105 (reubicación)	17-Feb-16	22-Apr-16	und	2.00	133	
128	48" FLG Blind ANSI/AWWA C207 CL D (115-150 PSI) FF CS (reubicación)	17-Feb-16	22-Apr-16	und	1.00	66	
129	28" V4-04: Knife Gate 150# FF STL, SS 316L HO (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	und	3.00	594	
130	28" Pipe-Spool STD w/T ERW CS A53-B Type E, Lined with V2	17-Feb-16	22-Apr-16	GL	2.00	176	
131	28" Pipe HDPE SDR 17, PE 4710 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	ML	1,200.00	8,100	
132	28" Flange Adaptor HDPE SDR 17 PE 4710 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	und	42.00	1,536	
133	28" FLG Bocking, ANSI/AWWA C207 CL D (115-150 PSI) FF CS	17-Feb-16	21-Apr-16	und	42.00	736	
					Desabastecimiento de material		
					90%	NO	MAT-CLN
					Desabastecimiento de material		
					90%	NO	MAT-CLN
					Desabastecimiento de material		
					90%	NO	MAT-CLN
					Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de		
					-	-	
					Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de		
					-	-	
					Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de		
					-	-	
					Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de		
					-	-	
					Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de		
					-	-	
					Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de		
					-	-	
					Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de		
					-	-	
					Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de		
					-	-	
					Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de		
					-	-	
					Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de		
					-	-	

Fuente Propia.

Por otro lado, en los cuadros siguientes, se detalla el total de actividades evaluadas en la semana 39 del proyecto. En cada una de ellas, se consideró el avance programado y el avance ejecutado, tal como se explicó anteriormente. Veámos la siguiente hoja. (Ver cuadros 63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75 y 76):

Cuadro 63 Actividades de la semana 39 del proyecto – 1 de 14

						SEM 39												
				Línea Base		HH				Fecha								

Fuente propia

Cuadro 64 Actividades de la semana 39 del proyecto – 2 de 14

				SEM 39													
				Linea Base		HH		F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH				V	S	D	L	M	M	J	
								1	DIA								
								1	Gan.	315	315	315	315	315	315	315	2203
									-	-	-	-	-	-	-	-	
									-	-	-	-	-	-	-	-	
									-	-	-	-	-	-	-	-	
31	Construccion de pozas y estructuras de control ambiental para Pl	25-Sep-15	26-Nov-15	glb	1.00	1,021			Progr.								
									Gan.								
32	Facilidades para Planta de Asfalto	09-Oct-15	09-Dec-15	glb	1.00	4,577			Progr.								
									Gan.								
27	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh													
35	Conformación de berma de protección aguas abajo con material	19-Aug-16	13-Sep-16	m3	4,894	896			Progr.								
									Gan.								
36	Instalación de Hitos de monitoreo en el rockfill aguas abajo *	19-Aug-16	13-Sep-16	und	8.00	40			Progr.								
									Gan.								
								1	-	-	-	-	-	-	-	-	
34	Carguío, transporte y colocacion de material 3B/3C *	09-Oct-15	28-Jul-16	m3	190,312.55	18,413			Progr.	794	794	794	794	794	794	794	5556
								1	Gan.	574	574	574	574	574	574	574	4016
								1	-	-	-	-	-	-	-	-	
								1	Progr.	386	386	386	386	386	386	386	2704
								1	Gan.								
								1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A2	Carguío, transporte y colocacion de material 3B/3C *	17-Jan-16	21-Aug-16	m3	63,196.59	7,643			Progr.	351	351	351	351	351	351	351	2460
								1	Gan.								
									-	-	-	-	-	-	-	-	
38	Encofrado y Desencofrado para construcción de muro de concre	28-Jul-16	03-Aug-16	m2	64.08	80			Progr.								
									Gan.								
39	Colocación de concreto para construcción de muro de concreto	03-Aug-16	09-Aug-16	m3	229.00	903			Progr.								
									Gan.								

Fuente propia

Cuadro 65 Actividades de la semana 39 del proyecto – 3 de 14

									SEM 39							
			Linea Base		HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem	
Iter Actividad		Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
								Gan.								
							1	-	-	-	-	-	-	-	-	
41	Carguío, transporte y colocacion de material 3B/3C (Saldo reemp	10-Jan-16	03-Jun-16	m3	8,836.45	899	1	Progr.	57	57	57	57	57	57	57	402
							1	Gan.	50	50	50	50	50	50	50	353
								-	-	-	-	-	-	-	-	
								-	-	-	-	-	-	-	-	
43	Carguío, transporte y colocacion de material 3A *	17-Jan-16	28-Jul-16	m3	19,291.52	6,904	1	Progr.	121	121	121	121	121	121	121	845
							1	Gan.	138	138	138	138	138	138	138	965
							1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A6	Carguío, transporte y colocacion de material 3A *	03-Feb-16	09-Aug-16	m3	10,113.43	3,688	1	Progr.	52	52	52	52	52	52	52	361
							1	Gan.								
							1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A7	Carguío, transporte y colocacion de material 3A *	29-Feb-16	21-Aug-16	m3	7,057.34	3,665	1	Progr.	39	39	39	39	39	39	39	271
							1	Gan.								
								-	-	-	-	-	-	-	-	
45	Retiro y escarificado de material 2B actual *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,250.00	224		Progr.								
								Gan.								
46	Carguío y transporte de material 2B escarificado (d < 1km) *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,250.00	345		Progr.								
								Gan.								
47	Eliminación de material de 2B actual escarificado (d > 1km) *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,300.00	26		Progr.								
								Gan.								
49	Retiro e instalación de barandas y sogas *	26-Jan-16	02-Feb-16	ciclo	0.00	900		Progr.								
								Gan.								
							1	-	-	-	-	-	-	-	-	
48	Carguío, transporte y colocacion de material 2B *	17-Jan-16	01-Aug-16	m3	28,163.54	10,056	1	Progr.	170	170	170	170	170	170	170	1191
							1	Gan.	121	121	121	121	121	121	121	845
A8	Carguío, transporte y colocacion de material 2B (Capa de Protec	06-Oct-15	16-Oct-15	m3	5,133.19	1,946		Progr.								

Fuente propia

Cuadro 66 Actividades de la semana 39 del proyecto – 4 de 14

						SEM 39									
			Linea Base		HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
Iter Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
							Gan.								
A8.1 Mezclado de Material 2B con Intrusivo (3:1) *	06-Oct-15	16-Oct-15	m3	5,133.19	1,117		Progr.								
							Gan.								
LB2-1.2.2.1.6.2 4113 - 4114	03-Feb-16	13-Aug-16			5,660	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A9 Cargaño, transporte y colocacion de material 2B *	03-Feb-16	13-Aug-16	m3	15,683.92	5,660	1	Progr.	95	95	95	95	95	95	95	663
						1	Gan.								
LB2-1.2.2.1.6.3 4114 - 4115	17-Jul-16	25-Aug-16			6,959		-	-	-	-	-	-	-	-	
A14 Cargaño, transporte y colocacion de material 2B	17-Jul-16	25-Aug-16	m3	19,000.74	6,959		Progr.								
							Gan.								
LB2-1.2.2.1.7 Relleno de Morrena	28-Sep-15	14-Aug-16			72,970		-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.1.7.1 Morrena 4105 - 4107	28-Sep-15	27-Dec-15			25,723		-	-	-	-	-	-	-	-	
A19 Colocación Morrena TM 3"	01-Nov-15	24-Dec-15	m3	4,561.75	5,402		Progr.								
							Gan.								
A21 Colocación Morrena TM 6"	12-Oct-15	27-Dec-15	m3	29,453.17	20,321		Progr.								
							Gan.								
LB2-1.2.2.1.7.2 Morrena 4107 - 4115	20-Nov-15	14-Aug-16			43,549	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.1.7.2.1 4107 - 4110	27-Dec-15	31-May-16			21,413	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A24 Colocación Morrena TM 6"	27-Dec-15	16-Feb-16	m3	23,922.30	7,138		Progr.								
							Gan.								
A25 Colocación Morrena TM 12" *	29-Dec-15	31-May-16	m3	37,335.48	14,275	1	Progr.	284	284	284	284	284	284	284	1990
						1	Gan.	249	249	249	249	249	249	249	1746
LB2-1.2.2.1.7.2.2 4110 - 4113	16-Feb-16	05-Jul-16			13,629	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A27 Colocación Morrena TM 6"	16-Feb-16	05-Jul-16	m3	25,825.32	13,629	1	Progr.	215	215	215	215	215	215	215	1508
						1	Gan.	189	189	189	189	189	189	189	1320
LB2-1.2.2.1.7.2.3 4113 - 4114	21-Apr-16	19-Jul-16			3,811	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A29 Colocación Morrena TM 6"	21-Apr-16	19-Jul-16	m3	7,458.70	3,811	1	Progr.	76	76	76	76	76	76	76	533
						1	Gan.								

Fuente propia

Cuadro 67 Actividades de la semana 39 del proyecto – 5 de 14

											SEM 39									

Fuente propia

Cuadro 68 Actividades de la semana 39 del proyecto – 6 de 14

												SEM 39									
			Linea Base		HH				F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem			
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH				t	DIA	V	S	D	L	M	M	J			
											Gan.										
	LB2-1.2.2.1.11 Construcción de curb de concreto en la car	04-Jan-16	30-Jul-16			793					-	-	-	-	-	-	-	-			
	LB2-1.2.2.1.11.2 Apogo para asfalto en Estribos (20 M)	09-Mar-16	21-Apr-16			509					-	-	-	-	-	-	-	-			
A41	Colocación de curb de concreto utilizando máquina extrusora	09-Mar-16	21-Apr-16	m3	274.16	509					Progr.										
											Gan.										
	LB2-1.2.2.1.11.3 Termina de curb en Estribos	20-Jun-16	30-Jul-16			284					-	-	-	-	-	-	-	-			
62	Colocación de curb de concreto utilizando máquina extrusora	20-Jun-16	26-Jul-16	m3	3.77	7					Progr.										
											Gan.										
63	Colocación de curb empleando encofrado manual	22-Jun-16	26-Jul-16	m3	4.00	27					Progr.										
											Gan.										
64	Instalación de Hitos de monitoreo en la cresta del curb	01-Jul-16	30-Jul-16	und	0.00	250					Progr.										
											Gan.										
	LB2-1.2.2.1.12 Grava Dren Modificada	19-Mar-16	19-Aug-16			6,914					-	-	-	-	-	-	-	-			
	LB2-1.2.2.1.12.1 Relleno de G.D.M. 4107 - 4110 (IDT 013)	19-Mar-16	03-Jun-16			654				1	-	-	-	-	-	-	-	-			
A13	Carguío, transporte y colocacion de Grava Dren Modificada *	19-Mar-16	03-Jun-16	m3	3,630.72	654				1	Progr.	43	43	43	43	43	43	43	303		
										1	Gan.	43	43	43	43	43	43	43	303		
	LB2-1.2.2.1.12.2 Relleno de G.D.M. 4110 - 4113 (IDT 024)	02-Jun-16	26-Jul-16			3,756				1	-	-	-	-	-	-	-	-			
A13	Carguío, transporte y colocacion de Grava Dren Modificada *	02-Jun-16	26-Jul-16	m3	20,833.74	3,756				1	Progr.										
										1	Gan.										
	LB2-1.2.2.1.12.3 Relleno de G.D.M. 4113 - 4114 (IDT 024)	14-Jul-16	07-Aug-16			1,251					-	-	-	-	-	-	-	-			
A13	Carguío, transporte y colocacion de Grava Dren Modificada *	14-Jul-16	07-Aug-16	m3	6,945.94	1,251					Progr.										
											Gan.										
	LB2-1.2.2.1.12.4 Relleno de G.D.M. 4114 - 4115 (IDT 024)	23-Jul-16	19-Aug-16			1,253					-	-	-	-	-	-	-	-			
A13	Carguío, transporte y colocacion de Grava Dren Modificada *	23-Jul-16	19-Aug-16	m3	6,526.31	1,253					Progr.										
											Gan.										
	LB2-1.2.2.1.13 Intrusivo Fino	17-May-16	17-Aug-16			22,833					-	-	-	-	-	-	-	-			
	LB2-1.2.2.1.13.1 Relleno de I.F. 4110 - 4113 (IDT 024)	17-May-16	24-Jul-16			12,682					-	-	-	-	-	-	-	-			
A13	Carguío, transporte y colocacion de Intrusivo Fino *	17-May-16	24-Jul-16	m3	35,118.35	12,682				1	Progr.	456	456	456	456	456	456	456	3193		

Fuente propia

Cuadro 69 Actividades de la semana 39 del proyecto – 7 de 14

				SEM 39												
				Linea Base		HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
Iter Actividad		Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
A13	Carguío, transporte y colocacion de Intrusivo Fino *	17-May-16	24-Jul-16	m3	35,118.35	12,682	1	Progr.	456	456	456	456	456	456	456	3193
							1	Gan.								
LB2-1.2.2.1.13.2 Relleno de I.F. 4113 - 4114 (IDT 024)		12-Jul-16	05-Aug-16			5,071		-	-	-	-	-	-	-	-	
A13	Carguío, transporte y colocacion de Intrusivo Fino *	12-Jul-16	05-Aug-16	m3	13,341.68	5,071		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.1.13.3 Relleno de I.F. 4114 - 4115 (IDT 024)		21-Jul-16	17-Aug-16			5,080		-	-	-	-	-	-	-	-	
A13	Carguío, transporte y colocacion de Intrusivo Fino *	21-Jul-16	17-Aug-16	m3	12,981.55	5,080		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.2 REVESTIMIENTO CON GEOMEMBRANA		16-Jul-16	19-Aug-16			749		-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.2.1 Reparacion de geomembrana existente e ins		16-Jul-16	19-Aug-16			749		-	-	-	-	-	-	-	-	
67	Reparación de geomembrana existente: parches y caps	16-Jul-16	25-Jul-16	m2	100.00	173		Progr.								
								Gan.								
68	Reparación de geomembrana existente: beats	16-Jul-16	19-Aug-16	und	0.00	80		Progr.								
								Gan.								
69	Transporte de geomembrana	16-Jul-16	19-Aug-16	glb	1.00	320		Progr.								
								Gan.								
70	Instalación de geomembrana bituminosa	16-Jul-16	19-Aug-16	m2	990.25	176		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.3 SISTEMA DE DRENAJE POR GRAVEDAD (E		09-Dec-15	21-Sep-16			20,930		-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.3.1 Tubería 315mm, 355mm 200mm		09-Dec-15	21-Sep-16			20,930		-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.3.1.2 Sist. drenaje gravedad en estribo derecho		09-Dec-15	21-Sep-16			17,643		-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.3.1.2.1 Sistema de Drenaje por Gravedad 4110 (F		15-Jul-16	23-Jul-16			3,878		-	-	-	-	-	-	-	-	
A53	Excavacion de zanja para tubería	16-Jul-16	17-Jul-16		200.00	1,044		Progr.								
								Gan.								
A54	Grava de drenaje ofeotextil	18-Jul-16	23-Jul-16		500.00	1,070		Progr.								
								Gan.								
A55	Tubería perforada HDPE SDR11 315mm	19-Jul-16	21-Jul-16		130.00	1,764		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.3.1.2.2 Sistema de Drenaje por Gravedad 4110 (F		06-Feb-16	21-Mar-16			1,764										

Fuente propia

Cuadro 70 Actividades de la semana 39 del proyecto – 8 de 14

						SEM 39											
				Linea Base		HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem	
Iter Actividad			Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
A60 Tubería sólida HDPE SDR11 200mm			29-Dec-15	23-Apr-16		1.00	164	1	Progr.								
								1	Gan.	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06
A61 Colocacion de concreto 20Mpa (zanja tubería)			02-Jan-16	27-Apr-16		1.00	1,147	1	Progr.								
								1	Gan.	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06
A62 Relleno estructural sobre dado de tubería			05-Jan-16	07-May-16		1.00	1,291	1	Progr.								
								1	Gan.	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05
LB2-1.2.2.3.1.2.3.1 Desvio #3, transito comunidades			16-Aug-16	23-Aug-16			2,602		-	-	-	-	-	-	-	-	
A63 Conformacion de rampa provisional para desvio			16-Aug-16	19-Aug-16		1.00	164		Progr.								
									Gan.								
A64 Desvio de transito #3			19-Aug-16	20-Aug-16		1.00	1,147		Progr.								
									Gan.								
A65 Retiro de capa de rodadura provisional del Desvio #2			21-Aug-16	23-Aug-16		1.00	1,291		Progr.								
									Gan.								
LB2-1.2.2.3.1.2.4 Sistema de Drenaje por Gravedad 4113 (F)			15-Jul-16	21-Sep-16			3,860		-	-	-	-	-	-	-	-	
73 Excavacion en roca			19-Jul-16	02-Aug-16	m3	0.00	659		Progr.								
									Gan.								
74 Excavación de zanja con picotón			03-Aug-16	17-Aug-16	m3	0.00	1,044		Progr.								
									Gan.								
75 Colocacion de concreto 20Mpa (zanja tubería)			13-Aug-16	19-Aug-16	m3	711.63	194		Progr.								
									Gan.								
76 Relleno Estructural (Caja colectora)			15-Sep-16	21-Sep-16	m3	32.15	16		Progr.								
									Gan.								
77 Acero refuerzo (Caja colectora)			22-Aug-16	25-Aug-16	Kg	3,679.58	269		Progr.								
									Gan.								
78 Concreto 10Mpa (Caja colectora)			20-Aug-16	21-Aug-16	m3	28.19	86		Progr.								
									Gan.								
79 Concreto 30Mpa (Caja colectora)			31-Aug-16	02-Sep-16	m3	33.47	134		Progr.								
									Gan.								

Fuente propia

Cuadro 71 Actividades de la semana 39 del proyecto – 9 de 14

												SEM 39							
				Linea Base		HH		F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem		
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH		1	DIA	V	S	D	L	M	M	J			
A77	Desbroce de Topsoil	21-Jan-16	23-Jan-16		10.00	209			Progr.										
									Gan.										
A78	Excavacion de zanja para tuberia	12-Jun-16	15-Jul-16		500.00	209			Progr.										
									Gan.										
A79	Excavacion en roca	24-Jan-16	11-Jun-16		50.00	659		1	Progr.	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	2.4		
								1	Gan.	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	2.4		
A80	Colocacion de concreto 20Mpa (Mejoramiento fundación)	16-Jul-16	04-Aug-16		20.00	194			Progr.										
									Gan.										
A81	Tuberia solida HDPE SDR11 355mm	15-Aug-16	10-Sep-16		250.00	208			Progr.										
									Gan.										
A82	Corte y reposición de Curb existente	07-Jun-16	26-Jul-16			208			Progr.										
									Gan.										
A83	Colocacion de concreto 20Mpa (zanja tubería)	25-Aug-16	15-Sep-16		700.00	32			Progr.										
									Gan.										
A84	Relleno estructural sobre dado de tubería	04-Sep-16	15-Sep-16		300.00	32			Progr.										
									Gan.										
A84	Instalacion de linea HDPE SDR-7.3 de 14" (RFQ 14)	15-Aug-16	24-Aug-16		1.00	32			Progr.										
									Gan.										
A84	Caja de transicion y caja de valvulas (RFQ Q14)	25-Aug-16	04-Sep-16		1.00	32			Progr.										
									Gan.										
A84	Instalacion de spools 8", 14" Inox, y prueba hidrostática (RFQ 14)	05-Sep-16	09-Sep-16		1.00	32			Progr.										
									Gan.										
A84	Relleno Estructural (Caja de transicion) (RFQ 14)	10-Sep-16	15-Sep-16		1.00	32			Progr.										
									Gan.										
LB2-1.2.2.4 SISTEMA DE DRENAJE POR BOMBEO (EST		08-Feb-16	30-May-16			516		1	-	-	-	-	-	-	-	-			
LB2-1.2.2.4.1 Tuberia 315mm, 355mm		08-Feb-16	30-May-16			516		1	-	-	-	-	-	-	-	-			
87	Tuberia solida HDPE SDR11 355mm	21-Feb-16	28-Mar-16	ml	145.07	77			Progr.										
									Gan.										

Fuente Propia

Cuadro 72 Actividades de la semana 39 del proyecto – 10 de 14

					SEM 39													
			Linea Base		HH		F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem		
Iter Actividad			Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH		1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
LB2-1.2.2.4 SISTEMA DE DRENAJE POR BOMBEO (EST)			08-Feb-16	30-May-16			516		1	-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.4.1 Tuberia 315mm, 355mm			08-Feb-16	30-May-16			516		1	-	-	-	-	-	-	-	-	
87	Tuberia solida HDPE SDR11 355mm		21-Feb-16	28-Mar-16	ml	145.07	77			Progr.								
										Gan.								
88	Abrazadera de acero		14-Apr-16	27-May-16	und	16.00	44		1	Progr.	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	2.00
									1	Gan.	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	2.00
89	Pernos anclaje de 12mm		14-Apr-16	27-May-16	und	64.00	22		1	Progr.	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	8.00
									1	Gan.	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	8.00
90	Pernos anclaje de 6mm		14-Apr-16	27-May-16	glb	1.00	22		1	Progr.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13
									1	Gan.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13
91	Plancha de acero de 150mmx150mmx3mm		14-Apr-16	27-May-16	und	32.00	44		1	Progr.	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	4.00
									1	Gan.	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	4.00
A85	Excavacion de zanja para tuberia		08-Feb-16	17-Feb-16		400.00	77			Progr.								
										Gan.								
A86	Tuberia perforada HDPE SDR11 315mm		16-Feb-16	01-Mar-16		100.00	77			Progr.								
										Gan.								
A87	Grava para drenaje		11-Feb-16	30-May-16		400.00	77		1	Progr.	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	23.53
									1	Gan.	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	23.53
A88	Tuberia perforada HDPE 355mm SDR11		21-Feb-16	05-Mar-16		100.00	77			Progr.								
										Gan.								
LB2-1.2.2.5 CAMINOS Y RAMPAS DE ACCESO			16-Apr-16	22-Dec-16			47,718			-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.5.1 Rampas de acceso estribo derecho e izquie			20-Sep-16	29-Oct-16			4,206			-	-	-	-	-	-	-	-	
94	Excavacion en roca		20-Sep-16	29-Sep-16	m3	6,081.46	2,928			Progr.								
										Gan.								
95	Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)		30-Sep-16	19-Oct-16	m3-km	4,072.67	361			Progr.								
										Gan.								
96	Transporte de material 3B/3C (d > 1 km)		30-Sep-16	19-Oct-16	m3-km	2,036.34	52			Progr.								

Fuente Propia

Cuadro 73 Actividades de la semana 39 del proyecto – 11 de 14

							SEM 39									
			Linea Base		HH		F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH										
A13	Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)	25-Apr-16	09-May-16	m3	1,668.04	1,141	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
								Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.5.4.2 ZONA 2 Progresiva 0+050 a la 0+300		25-Apr-16	27-Jul-16			16,530	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A10	Desbroce Top Soil	25-Apr-16	30-Apr-16	m3	798.21	497		Progr.								
								Gan.								
A10	Eliminación de material común	25-Apr-16	30-May-16	m3	10,260.40	4,513	1	Progr.	244	244	244	244	244	244	244	1710
							1	Gan.	244	244	244	244	244	244	244	1710
A10	Carguío y transporte de Top Soil (d < 1 km)	25-Apr-16	12-May-16	m3	798.21	110	1	Progr.								
							1	Gan.								
A10	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	31-May-16	27-Jul-16	m3	15,012.36	646	1	Progr.								
							1	Gan.								
A10	Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)	31-May-16	25-Jul-16	m3	15,012.36	571	1	Progr.								
							1	Gan.								
LB2-1.2.2.5.4.2.4 MURO DE SISTEMA TERRAMESH (SD)		19-Jun-16	24-Jul-16			10,193		-	-	-	-	-	-	-	-	
A10	Colocación, nivelación y compactación de material 3A	22-Jun-16	24-Jul-16	m3	1,961.00	693		Progr.								
								Gan.								
A11	Selección de piedra de Gaviones	19-Jun-16	25-Jun-16	m3	547.00	1,414		Progr.								
								Gan.								
A11	Colocación, nivelación y compactación de material 2B	28-Jun-16	18-Jul-16	m3	1,554.00	1,074		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.5.4.2.4.1 Conformacion de Gaviones		26-Jun-16	21-Jul-16			7,012		-	-	-	-	-	-	-	-	
A11	Terramesh, Tipo 1: 2.00x1.00x0.50m	26-Jun-16	08-Jul-16	und	254.00	3,408		Progr.								
								Gan.								
A11	Terramesh, Tipo 2: 2.00x1.00x1.00m	09-Jul-16	16-Jul-16	und	68.00	2,340		Progr.								
								Gan.								
A11	Gaviones, Tipo 3: 5.00x1.00x1.00m	17-Jul-16	21-Jul-16	und	21.00	1,264		Progr.								
								Gan.								

Fuente Propia

Cuadro 74 Actividades de la semana 39 del proyecto – 12 de 14

											SEM 39								
			Línea Base		HH				F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem	
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH			1	DIA	V	S	D	L	M	M	J		
	LB2-1.2.2.6 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE RELAVES	29-Oct-15	18-Aug-16			26,087			1	-	-	-	-	-	-	-	-		
	LB2-1.2.2.6.1 Línea Norte Transporte de Relaves	29-Oct-15	18-Aug-16			26,087			1	-	-	-	-	-	-	-	-		
117	Excavacion en roca	17-Feb-16	26-Feb-16	m3	622.28	150			1	Progr.									
									1	Gan.									
118	Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)	29-Oct-15	18-Aug-16	m3-km	46,663.18	2,068			1	Progr.	190	190	190	190	190	190	190	1330	
									1	Gan.	172	172	172	172	172	172	172	1203	
119	Transporte de material 3B/3C (d > 1 km)	29-Oct-15	18-Aug-16	m3-km	23,331.59	297			1	Progr.	95	95	95	95	95	95	95	665	
									1	Gan.	86	86	86	86	86	86	86	601	
120	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	29-Oct-15	18-Aug-16	m3	46,663.18	2,382			1	Progr.	190	190	190	190	190	190	190	1330	
									1	Gan.	172	172	172	172	172	172	172	1203	
121	48" Pipe HDPE SDR 17, PE 4710 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	ml	700.00	6,151			1	Progr.									
									1	Gan.	10	10	10	10	10	10	10	70	
122	48" Flange Adaptor HDPE SDR 17 PE 4710 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	und	28.00	630			1	Progr.									
									1	Gan.	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	2.80	
123	48" FLG Backing, ANSI/AwWA C207 CL D (175-150 PSI) FF CS A	17-Feb-16	21-Apr-16	und	28.00	723			1	Progr.									
									1	Gan.	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	2.80	
124	48" Pipe-Spool STD WT ERW CS A53-B Type E, Lined with 1/2" Th	17-Feb-16	21-Apr-16	GL	4.00	1,160			1	Progr.									
									1	Gan.	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.40	
125	48" FLG SQ, AwWA C207 CLASS D, FF, STL A105 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	und	4.00	445			1	Progr.									
									1	Gan.	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.40	
126	48" V4-04: Knife Gate 150# FF STL, SS 316L HO (reubicación)	17-Feb-16	22-Apr-16	und	2.00	170			1	Progr.									
									1	Gan.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18	
127	28" FLG SQ, AwWA C207 CLASS D, FF, STL A105 (reubicación)	17-Feb-16	22-Apr-16	und	2.00	133			1	Progr.									
									1	Gan.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18	
128	48" FLG Blind ANSI/AwWA C207 CL D (175-150 PSI) FF CS (reubi	17-Feb-16	22-Apr-16	und	1.00	66			1	Progr.									
									1	Gan.	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	

Fuente Propia

Cuadro 75 Actividades de la semana 39 del proyecto – 13 de 14.

				SEM 39													
				Linea Base		HH		F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	V			S	D	L	M	M	J		
								1	DIA								
								1	Gan.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18
								1	Progr.								
								1	Gan.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18
								1	Progr.								
								1	Gan.	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.09
								1	Progr.								
								1	Gan.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.90
								1	Progr.								
								1	Gan.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18
								1	Progr.								
								1	Gan.	26	26	26	26	26	26	26	181
								1	Progr.								
								1	Gan.	1	1	1	1	1	1	1	4
								1	Progr.								
								1	Gan.	1	1	1	1	1	1	1	4
								1	Progr.								
								1	Gan.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6
LB2-1.2.2.7 MANEJO DE AGUAS SUPERFICIALES		27-Jul-16	29-Oct-16			1,988			-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.7.1 Pozas de Infiltracion		30-Jul-16	28-Oct-16			1,558			-	-	-	-	-	-	-	-	
140	Gaviones Tipo A de 5.0x1.0x1.0	21-Aug-16	01-Sep-16	und	18.00	510			Progr.								
									Gan.								
141	Gaviones Tipo B de 5.0x1.5x1.0	02-Sep-16	09-Sep-16	und	14.00	593			Progr.								
									Gan.								
142	Gaviones Tipo E de 2.0x1.0x1.0	10-Sep-16	12-Sep-16	und	1.00	12			Progr.								
									Gan.								
143	Colchon Tipo C de 5.0x1.5x0.3	13-Sep-16	16-Sep-16	und	3.00	38			Progr.								
									-								

Fuente Propia

Cuadro 76 Actividades de la semana 39 del proyecto – 14 de 14.

						SEM 39									
						F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
								V	S	D	L	M	M	J	
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA							
158	Excavación en roca fracturada (Inc. elim. dp = 1km)	19-Aug-16	24-Aug-16	m3	20.00	3		Progr.							
								Gan.							
160	Eliminacion de material inadecuado (d < 1km)	19-Aug-16	25-Aug-16	m3-km	60.00	6		Progr.							
								Gan.							
162	Relleno estructural	24-Aug-16	30-Aug-16	m3	25.00	12		Progr.							
								Gan.							
163	Carguío y transporte de material estructural (d < 1km)	24-Aug-16	29-Aug-16	m3-km	25.00	1		Progr.							
								Gan.							
165	Concreto f'c=100 kgf/cm² para solados	28-Aug-16	28-Aug-16	m3	1.20	3		Progr.							
								Gan.							
166	Concreto f'c=210 kgf/cm²	28-Aug-16	03-Sep-16	m3	6.00	22		Progr.							
								Gan.							
167	Concreto f'c=280 kgf/cm²	31-Aug-16	06-Sep-16	m3	15.00	60		Progr.							
								Gan.							
168	Acero de refuerzo fy=4200 kgf/cm²	31-Aug-16	06-Sep-16	m3	1,500.00	109		Progr.							
								Gan.							
169	Encofrado y desencofrado	31-Aug-16	06-Sep-16	m2	105.00	122		Progr.							
								Gan.							
170	Mampostería de piedra (e=0.20m)	31-Aug-16	06-Sep-16	m3	2.00	15		Progr.							
								Gan.							
177	Tubería HDPE Ø 0.6 m SDR 11 (hacia el decant tunnel)	14-Oct-16	20-Oct-16	ml	10.00	48		Progr.							
								Gan.							
178	Suministro e instalación de Rejilla Metálica	21-Oct-16	29-Oct-16	und	1.00	11		Progr.							
								Gan.							
179	Suministro e Instalación de tubería HDPE Ø 0.15 m	14-Oct-16	14-Oct-16	ml	2.00	3		Progr.							
								Gan.							
180	Suministro e instalación de codo 45 HDPE Ø 0.15 m	14-Oct-16	20-Oct-16	und	1.00	12		Progr.							
								Gan.							

Fuente Propia

6. Modelación del Análisis de liberación de restricciones y medidas correctivas.

Según el cuadro a continuación, se muestran las restricciones o causas de incumplimiento asociadas al abastecimiento y distribución de recursos, así como también las medidas correctivas y responsables para levantar tales restricciones.

El cuadro empleado para listar tales causas de incumplimiento, asociadas al abastecimiento y distribución de recurso, se muestra a continuación. En este cuadro, se identifica en una columna contigua, para especificar quién es el responsable, de eliminar la restricción, así como también, el tiempo que cuenta para poder hacerlo.(Ver cuadro 77).

Cuadro 77 empleado para el control del levantamiento de restricciones.

TIPO DE CAUSA	DESCRIPCIÓN CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA	RESPONSABLE	FECHA REQUERIDA DE LEVANTAMIENTO DE RESTRICCIÓN

Fuente propia

A continuación se detalla el cuadro del control de las restricciones. (Ver cuadros 78, 79,80,81,82,83,84 y 85):

Cuadro 78 de Control de Restricciones 1 de 7.- Semana 39

		Análisis de Restricciones					
Restricciones		Cumplimiento	Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restricción	
		100%					
No se tiene disponibilidad de personal de comunidades para este periodo.		22%	NO	OTROS	Seguimiento y control de la disponibilidad de personal	Jefe del area de Relaciones comunitarias del cliente.	15-Jun-16
Actividad Complementaria		19%	NO	OTROS	Actualizar el plan de manejo ambiental, con los trabajos a ejecutar	Jefe de SSOMA	16-May-16
Actividad Complementaria falta de personal		23%	NO	OTROS	Gestionar Requerimiento de personal	Jefe de Recursos Humanos	25-May-16
Actividad Complementaria Identificar tramos		22%	NO	OTROS	Complementar el plan de mantenimiento de Vías	Jefe de Construcción/Supervisor de Caminos	17-May-16
		100%	SI				-
		100%	SI				

Fuente Propia

Cuadro 79 de Control de Restricciones 2 de 7.- Semana 39.

Re Actividad	Restricciones	Analisis de Restricciones				
		Cumplimiento	Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restricción
33. Instalación de Ritar de monitoreo en el rockfill aguas abajo*		100%	SI			
LB2-1.2.2.1.2.1 4185 - 4113						
34. Carquea, transporte y colocación de material 3B/JG *	Cambios de logística Acopios existentes de material 3A intrusivo en la zona de trabajo.	72%	NO	ING-CLN	Implementar los nuevos tareas para ejecutar los cambios	Jefe de Construcción 29-May-16
LB2-1.2.2.1.2.2 4113 - 4114						
A1. Carquea, transporte y colocación de material 3B/JG *	Acopios existentes de material 3A intrusivo en la zona de trabajo.		NO	ING-CLN	Coordinar con el cliente la reubicación del los acopios de 3A	Jefe de Construcción 27-May-17
LB2-1.2.2.1.2.3 4114 - 4115						
A2. Carquea, transporte y colocación de material 3B/JG *	Acopios existentes de material 3A intrusivo en la zona de trabajo.		NO	ING-CLN	Coordinar con el cliente la reubicación del los acopios de 3A	Jefe de Construcción 27-May-17
LB2-1.2.2.1.3 Construcción de Muro de Concreto						
35. Excavado y Drenado para construcción de muro de concreto		100%	SI			
39. Colocación de concreto para construcción de muro de concreto*		100%	SI			
LB2-1.2.2.1.4 Retiro de Enrocado Grueso/Enrocado (a)						
41. Carquea, transporte y colocación de material 3B/JG (Sida reempl)	Cambios de logística Uso granulométrico del material 2B, restringe la liberación de capas de 2B liudante.	88%	NO	ING-CLN	Implementar los nuevos tareas para ejecutar los cambios	Jefe de Construcción 22-May-16
LB2-1.2.2.1.5 Retiro de Enrocado 3A						
LB2-1.2.2.1.5.1 4187 - 4113						
43. Carquea, transporte y colocación de material 3A *		114%	SI			
LB2-1.2.2.1.5.2 4113 - 4114						
A4. Carquea, transporte y colocación de material 3A *	Proceso constructivo variado, cambio de procesos constructivo		NO	ING-CLN	Implementar los nuevos tareas para ejecutar los cambios	Jefe de Construcción 28-Jul-16
LB2-1.2.2.1.5.3 4114 - 4115						
A7. Carquea, transporte y colocación de material 3A *	Proceso constructivo variado, cambio de procesos constructivo		NO	ING-CLN	Implementar los nuevos tareas para ejecutar los cambios	Jefe de Construcción 28-Jul-16
LB2-1.2.2.1.6 Retiro de Filtro 2B						
45. Retiro y arcilla de material 2B actual*		100%	SI			
46. Carquea y transporte de material 2B arcilla de (d < 15m)*		100%	SI			
47. Eliminación de material de 2B actual arcilla de (d < 15m)*		100%	SI			
49. Retiro e instalación de barandas y rejas*		100%	SI			

Fuente de Propia

Cuadro 80 de Control de Restricciones 3 de 7. - Semana 39.

Ite Actividad	Restricciones	Analisis de Restricciones					
		Cumplimiento	Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restricción	
40 Retiro y notificación de liberación y/o que		%					
		-	-				
LB2-1.2.2.1.6.1 4107 - 4113							
48 Carga, transporte y colocación de material 2B *	Demora en liberaciones de OA.	71%	NO	PLAT-CLN	Coordinacion previa a las actividades de liberacion	Jefe OA/Supervisor OA	19-May-16
A6 Carga, transporte y colocación de material 2B (Opa de Prataco		-	-				
A6.1 Mueble de Material 2B con Intermix (3-1) *		-	-				
LB2-1.2.2.1.6.2 4113 - 4114							
A9 Carga, transporte y colocación de material 2B *	Proceso constructivo variado, cambio de proceso constructivo		NO	ING-CLN	Implementar las nuevas tareas para ejecutar los cambios		24-Jun-16
LB2-1.2.2.1.6.3 4114 - 4115							
A14 Carga, transporte y colocación de material 2B		-	-				
LB2-1.2.2.1.7 Relieve de Marrone							
LB2-1.2.2.1.7.1 Marrone 4105 - 4107							
A19 Colocación Marrone T113 *		-	-				
A21 Colocación Marrone T116 *		-	-				
LB2-1.2.2.1.7.2 Marrone 4107 - 4115							
LB2-1.2.2.1.7.2.1 4107 - 4110							
A24 Colocación Marrone T116 *		-	-				
A25 Colocación Marrone T1112 *	Falta de Equipos del contratista	88%	NO	EM-CONT	Aprovisionamiento de equipos por parte del contratista	Jefe de Construcción	23-May-16
LB2-1.2.2.1.7.2.2 4110 - 4113							
A27 Colocación Marrone T116 *	Falta de Equipos del contratista	88%	NO	EM-CONT	Aprovisionamiento de equipos por parte del contratista	Jefe de Construcción	23-May-16
LB2-1.2.2.1.7.2.3 4113 - 4114							
A29 Colocación Marrone T116 *	Cambio del proceso constructivo		NO	ING-CLN	Ninguna	-	-
LB2-1.2.2.1.7.2.4 4114 - 4115							
A31 Colocación Marrone T116 **		-	-				
LB2-1.2.2.1.7.14 Relieve de Marrone sobre Arfalta							
A15 Colocación Marrone T116 * (Accha 4m // Arfalta)		-	-				

Fuente Propia

Cuadro 81 de Control de Restricciones 4 de 7.- Semana 39.

Itc Actividad	Restricciones	Analisis de Restricciones				
		Cumplimiento	Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restricción
LB2-1.2.2.1.7.14 Relleno de Marron sobre Asfalto		%				
A113 Colocación Marrón TT15* (Ancho 4 m // Asfalto)		-	-			
A135 Colocación Marrón TT15* (D=4m hasta 0.4m)		-	-			
LB2-1.2.2.1.8 Arena de Relleno						
A90 Transporte, colocación, nivelación de Arena de Relleno		100%	SI			
LB2-1.2.2.1.9 Concreto Asfáltico						
56 Producción de Concreto Asfáltico	Lluvias y tormentas eléctricas.	48%	NO	CA-NAT	Implementar la ejecución de tareas no previstas	Jefe de Construcción 19-May-16
LB2-1.2.2.1.9.7 Módulo 4113- 4114, Proq. 0+850 a 1+835						
A141 Carquea, transporte y colocación, nivelación y compactación de as	Cambios de Ingeniería	-	NO	ING-CLN	Implementar los cambios en las actividades predecessoras	Jefe de Construcción 20-Jul-16
A141 Carquea, transporte y colocación, nivelación y compactación de as	Cambios de Ingeniería	-	-			
A141 Preparación, transporte y colocación de mortic asfáltico Marisant	Cambios de Ingeniería	-	-			
LB2-1.2.2.1.9.8 Módulo 4114- 4115, Proq. 0+860 a 1+835						
A141 Carquea, transporte y colocación, nivelación y compactación de as		-	-			
A139 Preparación, transporte y colocación de mortic asfáltico Marisant		-	-			
LB2-1.2.2.1.11 Construcción de curb de concreto en la						
LB2-1.2.2.1.11.2 Razon para asfalto en Estribar (28 M)						
A41 Colocación de curb de concreto utilizando máquina entruera		-	-			
LB2-1.2.2.1.11.3 Termina de curb en Estribar						
62 Colocación de curb de concreto utilizando máquina entruera		-	-			
63 Colocación de curb empleando un calado manual		-	-			
64 Instalación de Hinc de manihara en la cota del curb		-	-			
LB2-1.2.2.1.12 Grava Dren Modificada						
LB2-1.2.2.1.12.1 Relleno de G.D.M. 4107 - 4110 (IDT 413)						
A103 Carquea, transporte y colocación de Grava Dren Modificada *		100%	SI			
LB2-1.2.2.1.12.2 Relleno de G.D.M. 4110 - 4113 (IDT 424)						

Fuente Propia

Cuadro 82 de Control de Restricciones 5 de 7.- Semana 39.

No Actividad	Restricciones	Analisis de Restricciones				
		Cumplimiento	Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restriccion
		%				
LB2-1.2.2.1.12.2 Hallazo de G.D.M. 4118 - 4113 (IDT 824)						
A11 Coruña, transporte y colocación de Grava Dren Modificada*		+	+			
LB2-1.2.2.1.12.3 Hallazo de G.D.M. 4113 - 4114 (IDT 824)						
A12 Coruña, transporte y colocación de Grava Dren Modificada*						
LB2-1.2.2.1.12.4 Hallazo de G.D.M. 4114 - 4115 (IDT 824)						
A13 Coruña, transporte y colocación de Grava Dren Modificada*		+	+			
LB2-1.2.2.1.13 Intrusión Fina						
LB2-1.2.2.1.13.1 Hallazo de I.F. 4118 - 4113 (IDT 824)	No se Termina los trabajos entre mallas grava modificada. Se duplica el	NO	ING-CLN	Reprogramar los actividades	Arts de Construcción / Oficiales Técnicos	1-Jul-16
A13 Coruña, transporte y colocación de Intrusión Fina*						
LB2-1.2.2.1.13.2 Hallazo de I.F. 4113 - 4114 (IDT 824)		+	+			
A13 Coruña, transporte y colocación de Intrusión Fina*						
LB2-1.2.2.1.13.3 Hallazo de I.F. 4114 - 4115 (IDT 824)		+	+			
A13 Coruña, transporte y colocación de Intrusión Fina*		+	+			
LB2-1.2.2.2 REVESTIMIENTO CON GEOMEMBRA						
LB2-1.2.2.2.1 Reparación de geomembrana existente*						
67 Reparación de geomembrana existente: parchar y cape		+	+			
68 Reparación de geomembrana existente: local		+	+			
69 Transporte de geomembrana		+	+			
70 Instalación de geomembrana: preliminar		+	+			
LB2-1.2.3 SISTEMA DE DRENAJE POR GRAVEDAD (R)						
LB2-1.2.3.1 Tubaría 315mm, 355mm, 390mm						
LB2-1.2.3.1.2 Surt. drenaje gravedad en vertido de						
LB2-1.2.3.1.2.1 Sistema de Drenaje por Gravedad 411						
A53 Excavación de zanjas para tubería		+	+			
A54 Grava de drenaje: 40mm/20mm		+	+			
A55 Tubos perforados HDPE 300x113/15mm		+	+			

Fuente Propia

Cuadro 83 de Control de Restricciones 6 de 7. - Semana 39.

Ite. Actividad	Restricciones	Análisis de Restricciones				
		Cumplimiento		Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable
		%				Fecha requerida de Levantamiento de la Restricción
A39) Tuberia ralla de HDPE SDR11 355mm		-	-			
A40) Tuberia ralla de HDPE SDR11 240mm	Se prolonga la actividad de excavaciones del sistema de drenaje	-	-			
A41) Colocación de concreto 200kg/m (zanja tubaria)	Se prolonga la actividad de excavaciones del sistema de drenaje	-	-			
A42) Relleno estructural sobre dote de tubería	Se prolonga la actividad de excavaciones del sistema de drenaje	-	-			
LB2-1.2.2.3.1.2.3.1 Durio #3, transito convalidado						
A43) Conformación de rampa provisional y en durio		-	-			
A44) Durio de transito #3		-	-			
A45) Rutina de cepa de red de drenaje en el durio #2		-	-			
LB2-1.2.2.3.1.2.3.4 Sistema de Drenaje por Gravedad #4						
73) Excavación en trazo		-	-			
74) Excavación de zanja completada		-	-			
75) Colocación de concreto 200kg/m (zanja tubaria)		-	-			
76) Relleno estructural (Caja calicata)		-	-			
77) Asura refuerzos (Caja calicata)		-	-			
78) Concreto 100kg/m (Caja calicata)		-	-			
79) Concreto 200kg/m (Caja calicata)		-	-			
83) Tuberia ralla de HDPE SDR11 355mm		-	-			
84) Tuberia ralla de HDPE SDR11 240mm		-	-			
84) Instalación de lineas de 1", 1 1/2" (Suelo) (RFO 14)		-	-			
84) Instalación de valvulas 1", 1 1/2" y 2" de 1/2" de 1/2" (RFO 14)		-	-			

Fuente Propia

Cuadro 84 de Control de Restricciones 7 de 7. - Semana 39.

Íte Actividad	Restricciones	Análisis de Restricciones				
		Cumplimiento	Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restricción
		%				
110	Carga y transporte de material 3B/30 (d. 15m)	30%	NO	MAT-CLN	Seguimiento y control de abastecimiento de materiales	Supervision Construcciones Clienta
119	Transporte de material 3B/30 (d. 15m)	30%	NO	MAT-CLN	Seguimiento y control de abastecimiento de materiales	Supervision Construcciones Clienta
120	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/30	30%	NO	MAT-CLN	Seguimiento y control de abastecimiento de materiales	Supervision Construcciones Clienta
121	40" Pipe HDPE SDR 17, PE 4710 (reubicación)	-	-			
122	40" Flange Adapter HDPE SDR 17 PE 4710 (reubicación)	-	-			
123	40" FLG Bushing, ANSI/MWWA C207 CLD (175-199 P.30) FF OS A195	-	-			
124	40" Pipe-Symal STD WTERV OS A53-B Type E, Line 4uhk 1/2" Thick	-	-			
125	40" FLG SO, AWWA C207 CLASSED, FF, STL A195 (reubicación)	-	-			
126	40" V4-04-Kulfa Gate 150# FF STL, SS 316L NO (reubicación)	-	-			
127	24" FLG SO, AWWA C207 CLASSED, FF, STL A195 (reubicación)	-	-			
128	40" FLG Biting ANSI/MWWA C207 CLD (175-199 P.30) FF OS (reubicación)	-	-			
129	24" V4-04-Kulfa Gate 150# FF STL, SS 316L NO (reubicación)	-	-			
130	24" Pipe-Symal STD WTERV OS A53-B Type E, Line 4uhk 1/2" Thick	-	-			
131	24" Pipe HDPE SDR 17, PE 4710 (reubicación)	-	-			
132	24" Flange Adapter HDPE SDR 17 PE 4710 (reubicación)	-	-			
133	24" FLG Bushing, ANSI/MWWA C207 CLD (175-199 P.30) FF OS A195	-	-			
134	24" Tee FAB HDPE OS P.31 TO SDR 17 PE 4710 (reubicación)	-	-			
LB2-1.2.2.7 MAJEJO DE AGUAS SUPERFICIALES						
LB2-1.2.2.7.1 Pesar de Infiltración						

Fuente Propia

Cuadro 85 RESUMEN DEL ANÁLISIS DE RESTRICCIONES:

A continuación, se muestra un resumen del análisis de restricciones que se identificaron en la semana 39. Se identifica que los tipos de causas de incumplimiento están relacionadas principalmente al abastecimiento y distribución de los recursos; También a la falta de control de la secuencia de actividades. Esto se refiere a abastecimiento del equipo mecánico del contratista, logística y abastecimiento de materiales; otras causas terceros; liberación de terreno; etc. Así como también, se puede identificar causas de incumplimiento asociadas a los imprevistos no anticipados o estandarización de procesos; Tales como cambios de diseño, etc. A partir de lo cual, se implementará la nueva metodología semanas en adelante:

<u>TIPOS DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO</u>		
LOGÍSTICA Y MATERIALES CONTRATISTA	-	LOG-CONT
EQUIPO MECÁNICO CONTRATISTA	10%	EM-CONT
MANO DE OBRA CONTRATISTA	-	MO-CONT
ACTIVIDADES PREVIAS MANO DE OBRA	-	ACT-MO
COORDINACION CONTRATISTA	-	CORD-CONT
ACTIVIDADES PREVIAS QC/QA	-	ACT-QC/QA
ACTIVIDADES PREVIAS SSOMA	-	ACT-SSOMA
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	5%	CA-NAT
ERROR DE PROGRAMACION PROPIA		EPRG-CONT
LOGÍSTICA Y MATERIALES CLIENTE	14%	MAT-CLN
INGENIERÍA CLIENTE / CAMBIO DE DISEÑO	48%	ING-CLN
ENTREGA Y LIBERACION DE TERRENO	5%	PLAT-CLN
OTRAS CAUSAS CLIENTE		OTR-CLN
OTROS CAUSAS TERCEROS	19%	OTROS
	100%	

Fuente Propia

También se presenta una gráfica de lo obtenido en el cuadro resumen del análisis de restricciones encontradas líneas arriba (Ver Gráfico 32):

Gráfico 32 Tipos de causas de Incumplimiento.

Fuente Propia

Por otro lado, las medidas correctivas, dentro del análisis de restricciones de la metodología del Last Planner System, se plantearon en base a estrategias para mitigar los impactos en los plazos de ejecución del proyecto. Estas estrategias se proponen a lo largo de la ejecución de las actividades de la ruta crítica del proyecto y deben incluirse dentro de la programación lookahead semanal del Last Planner System. Con ello, se buscará eliminar la inadecuada estandarización de proceso, el inadecuado abastecimiento y distribución de recursos, así como la falta de control de la secuencia de las actividades del proyecto en estudio. Aquí se detalla las estrategias mencionadas.(Ver Cuadro 86):

Cuadro 86 Estrategias para medidas correctivas.

Item	Descripción
1	Logística interna. Se busca poner en práctica la búsqueda a nivel local, de los recursos necesarios. Así como conseguir recursos de otros contratistas cercanos al área de trabajo.
2	Asignación de recursos en otras actividades para mitigar el atraso.
3	Capacitación de personal.
4	Uso de nuevas tecnologías que mejorarán el rendimiento, se usará el calentador infrarojo para reducir los tiempos de calentamiento del asfalto y mejorar los rendimientos.
5	Uso de nuevas tecnologías que asegurarán la calidad del producto. Se propuso utilizar el MTB para el abastecimiento del asfalto de forma lateral sin contaminar la capa colocada.
6	Incremento de Jornada Laboral para recuperar el atraso, jornada extendida.
7	Trabajar doble turno. En las actividades críticas para recuperar el atraso.
8	Talleres de producción con especialista en asfalto. Lluvia de Ideas
9	Copiar y aprender las técnicas de trabajo. Integración y aprendizaje del equipo especialista en trabajos de asfalto en caliente.

Fuente Propia

A continuación se explica la relación entre las partidas críticas, las causas a eliminar, las medidas correctivas y las respectivas herramientas propuestas de la metodología más adecuada:

Gráfico 33 Gráfico Estrategias para Medidas correctivas

Fuente Propia

Por otro lado, se presenta la matriz que muestra las estrategias según la causa a eliminar para facilitar el tren de actividades y la intervención de las áreas de la organización. (Ver Tablas 001, 002 ,003,004,005,006,007,008,009,010,011,012):

Tabla 1 Medida Correctiva – Movilización y Mantenimiento Vías – 1 de 2.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	CAUSAS	Restricciones
1.0	Actividades Preliminares y Globales		
1.1	Movilización de equipos y materiales a obra	Abastecimiento de Recursos	No se tiene disponibilidad de personal de comunidades para este periodo. Asi como equipos de transporte (Volquetes)
1.9	Mantenimiento de Vías	Estandarizacion de Procesos, Distribucion de Recursos	Disponibilidad de Equipos.

Fuente Propia

Tabla 2 Medida Correctiva – Movilización y Mantenimiento Vías – 2 de 2.

ELIMINACION DE LAS CAUSAS (EL COMO?)		
AREA ADMINISTRATIVA	AREA PRODUCCION	AREA DE OFICINA TECNICA
Se trasladará a las comunidades para realizar el proceso de identificación y contratación de la mano de obra necesaria así como el alquiler de equipos. A la vez, que se coordinará con otras empresas, que están trabajando en el área para ver su disponibilidad de estos recursos.	Cuantificar la cantidad de mano de obra habilitada, mediante los tareas del personal en obra,	Identificar mediante la planificación de 3 semanas y el uso del histograma de personal y equipos de carga. la cantidad de personal necesario para las actividades a ejecutar
-	Elaborar un plan de integral de mantenimiento de Vías, en el cual se hace uso de los equipos de otros frentes de trabajo, considerando la interacción de los equipos (01 motoniveladora, 01 rodillo y 01 volquete), Con los demás equipos de las cuadrillas de relleno de la presa.	Proporcionar los periodos de tiempo libre de los equipos de relleno de la presa de acuerdo a la programación de los recursos identificada en la planificación de las 3 semanas.

Fuente Propia

Tabla 3 Medida Correctiva – Relleno 3B – 1 de 2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	CAUSAS	Restricciones
2.0	Elevacion 4115 y Obras Complementarias	-	
2.1	Elevacion Presa Niv. 4115 : 3A, 2B, 3B, curb de concreto, muro de concreto, Concreto asfaltico, morrena	-	
2.1.2	Relleno de 3B	-	
2.1.2.1	Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)	Control de Secuencia de Actividades, Distribucion de Recursos	Acopios existentes de material 3A intrusivo en la zona de trabajo.
2.1.2.2	Transporte de material 3B/3C (d > 1 km)	Control de Secuencia de Actividades, Distribucion de Recursos	Acopios existentes de material 3A intrusivo en la zona de trabajo.
2.1.2.3	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	Control de Secuencia de Actividades, Distribucion de Recursos	Acopios Existentes en area de trabajo.Mano de Obra y Equipos con bajo rendimiento en el frente de trabajo. Se planificará sin tener en cuenta los acopios de material existente

Fuente Propia

Tabla 4 Medida Correctiva – Relleno 3B – 2 de 2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	ELIMINACION DE LAS CAUSAS (EL COMO?)		
		AREA ADMINISTRATIVA	AREA PRODUCCION	AREA DE OFICINA TECNICA
2.0	Elevacion 4115 y Obras Complementarias			
2.1	Elevacion Presa Niv. 4115 : 3A, 2B, 3B, curb de concreto, muro de concreto, Concreto asfaltico, morrena			
2.1.2	Relleno de 3B			
2.1.2.1	Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1km)	-	Remover los acopios.Cambiar la secuencia de actividades. La cuadrilla de carguío: 01 cargador frontal y 4 volquetes debe abocarse al transporte del material 3A de la zona de trabajo. Redistribuir los recursos de la cuadrilla de esta partida.Envíar los	Plantear trabajos en paralelo. Se reprogramará esta actividad en el 3v', reiniciándose al terminar el transporte del acopio de material 3A.
2.1.2.2	Transporte de material 3B/3C (d > 1km)	-	volquetes a la cuadrilla de carguío y transporte de los Accesos, Aperturar el doble turno. Redistribuir los recursos de la cuadrilla de esta partida.Envíar 01 Excavadora a la cuadrilla de Sistema de	-
2.1.2.3	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	-	Relaves para el apoyo de la excavación de roca,	Redimensionar los recursos necesarios para esta partida. Reducir la cuadrilla solo a 01 Tractor D6 y un vigia, para que realice extendido de material. Hasta que se retiren los acopios del área de trabajo.

Fuente Propia

Tabla 5 Medida Correctiva – Relleno Enrocado y Transición 3A – 1 de 2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	CAUSAS	Restricciones
2.1.4	Relleno de Enrocado Grueso/Enrocado (Intrusivo)		
2.1.4.1	Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1km)	Distribucion de Recursos	Disponibilidad de peones. Cambio en el frente de trabajo de los peones fueron cambiados a la colocacion de Enrocado grueso intrusivo.
2.1.4.2	Transporte de material 3B/3C (d > 1km)	Distribucion de Recursos	-
2.1.4.3	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	Distribucion de Recursos	Uso granulometrico del material 2B (presencia de bolones de piedra), restringe la liberacion de capas de 2B colindante.
2.1.5	Relleno de transición 3A		
2.1.5.1	Carguío y transporte de material 3A (d < 1km)	Control de Secuencia de Actividades, Distribucion de Recursos	Area de trabajo restringida en un 40%, debido a la mala ubicacion de los acopios de material. Restringiendo el transporte del material
2.1.5.2	Transporte de material 3A (d > 1km)	Control de Secuencia de Actividades, Distribucion de Recursos	Transporte del material 3A restringido por la mala ubicacion de los acopios de material
2.1.5.3	Colocación, nivelación y compactación de material 3A	Control de Secuencia de Actividades, Distribucion de Recursos	El material no es abastecido con la frecuencia requerida, ocasionando ineficiencia de los recursos

Fuente Propia

Tabla 6 Medida Correctiva – Relleno Enrocado y Transición 3A – 2 de 2

		ACCIÓN DE LAS CAUSAS (EL COMO?)		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	AREA PRODUCCION	AREA DE OFICINA TECNICA	AREA DE QC
2.1.4	Relleno de Enrocado Grueso/Enrocado (Intrusivo)			
2.1.4.1	Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1km)	Se reasignarán los 04 peones del frente de colocación y compactación de material 3B/3C. Se aperturará el doble turno para la recuperación de esta partida crítica	-	Enviar un técnico para la inspección visual del material antes del carguío de material 3B/3C
2.1.4.2	Transporte de material 3B/3C (d > 1km)	-	-	
2.1.4.3	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	Se redistribuirá 01 compactadora al frente de filtro 2B, para mitigar el menor uso de equipos. 4 peones para el carguío y transporte de material 3B/3C	Redimensionamiento de recursos : Se enviaron los peones a la partida de carguío y transporte para la eliminación de la bolonería de piedra. La cuadrilla quedó conformada por 01 compactador 2 volquetes , 2 vigías 1 rodillo y 2 peones.	-
2.1.5	Relleno de transición 3A			
2.1.5.1	Carguío y transporte de material 3A (d < 1km)	Se destinará parte del equipo (2 volquetes) de transporte de material, para la reubicación de los acopios de material	Se reprogramará en el 3º la actividad crítica de carguío y transporte de material 3A, secuenciando las actividades después de la reubicación del acopio de material	-
2.1.5.2	Transporte de material 3A (d > 1km)	Se destinará parte del equipo (2 volquetes) de transporte de material, para la reubicación de los acopios de material	-	
2.1.5.3	Colocación, nivelación y compactación de material 3A	Se reasignarán los recursos para apoyar en el frente de Construcción de Accesos en la partida de excavaciones. (2 Peones , 1 minicargador)	Se reprogramará en el 3º la actividad crítica de carguío y transporte de material 3A, secuenciando las actividades después de la reubicación del acopio de material	
2.1.6	Relleno de filtros 2B			

Fuente Propia

Tabla 7 Medida Correctiva – Relleno Filtro 2B y Relleno Morrena – 1 de 2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	ELIMINACION DE LAS CAUSAS (EL COMO?)			
		CAUSAS	Restricciones	AREA ADMINISTRATIVA	AREA PRODUCCION
2.1.6	Relleno de filtros 2B				
2.1.6.4	Carguío y transporte de material 2B (d < 1km)	Control de Secuencia de Actividades, Distribucion de Recursos	Se genero tiempos de espera, por la liberacion de la capas del material de filtro 2B	-	Se implementará el horario extendido en la guardia (por 7 dias)
2.1.6.5	Transporte de material 2B (d > 1km)	Control de Secuencia de Actividades, Distribucion de Recursos	Se genero tiempos de espera, por la liberacion de la capas del material de filtro 2B	-	-
2.1.6.6	Colocación, nivelación y compactación de material 2B	Control de Secuencia de Actividades, Distribucion de Recursos	Tiempo de espera , para la liberacion de la capas.	Requerimiento de personal tecnico de laboratorio. (activar por el área de Construccion, tiempo ingreso 7 dias)	Los tecnicos de laboratorio haran tiempo extendido por 7 dias (Ingreso del nuevo personal).
2.1.7	Relleno de Morrena				
2.1.7.1	Extraccion de Morrena	Control de Secuencia de Actividades, Distribucion de Recursos	Material no homoganeo lo que causa el desabastecimiento de material para la colocación. Disponibilidad de recursos: Excavadora. 4 peones para oubrir el material.	-	Se cambiará el proceso de las actividades. Y antes del envío se instalará una zaranda metalica para reprocesar el material no homoganeo y evitar los desabastecimientos de morrena.
2.1.7.4	Colocación, nivelación y compactación de morrena	Estandarizacion de Procesos, Control de Secuencia de Actividades	Falta de direccion en el proceso. Metodo Ineficiente de Iteraccion entre las cuadrillas de trabajo. Retrabajos	-	Se realizarán pruebas para llegar al óptimo de la compactacion de la capa y en función a estas pruebas se dimensionaron los recursos y actividades. Se organizó y estructuró el trabajo en 4 actividades, al mando de un ingeniero supervisor de campo. Descarga de material, Rastrillado del material, extendido y compactado de material ,

Fuente Propia

Tabla 8 Medida Correctiva – Relleno Filtro 2B y Relleno Morrena – 2 de 2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	ELIMINACIÓN DE LAS CAUSAS (EL COMO?)			
		AREA ADMINISTRATIVA	AREA PRODUCCION	AREA DE OFICINA TECNICA	AREA DE QC
2.1.6	Relleno de filtros 2B				
2.1.6.4	Carguío y transporte de material 2B (d < 1 km)	-	Se implementará el horario extendido en la guardia (por 7 días)	Se Reprogramarán los trabajos en horarios extendidos (para recuperar los atrasos de la actividad critica).	
2.1.6.5	Transporte de material 2B (d > 1 km)	-	-	Se programarán los trabajos en horarios extendidos (para recuperar los atrasos).	
2.1.6.6	Colocación, nivelación y compactación de material 2B	Requerimiento de personal tecnico de laboratorio. (activar por el área de Construccion, tiempo ingreso 7 días)	Los tecnicos de laboratorio haran tiempo extendido por 7 días (Ingreso del nuevo personal).	Se Reprogramarán los trabajos en horarios extendidos (para recuperar los atrasos de la actividad critica).	Los tecnicos de laboratorio haran tiempo extendido por 7 días (Ingreso del nuevo personal).
2.1.7	Relleno de Morrena				
2.1.7.1	Extracción de Morrena	-	Se cambiará el proceso de las actividades. Y antes del envío se instalará una zaranda metálica para reprocesar el material no homogéneo y evitar los desabastecimientos de morrena.	Se incrementará la actividad de zarandeo de material para asegurar el abastecimiento de material. (actividad critica)	-
2.1.7.4	Colocación, nivelación y compactación de morrena	-	Se realizarán pruebas para llegar al óptimo de la compactación de la capa y en función a estas pruebas se dimensionaron los recursos y actividades. Se organizó y estructuró el trabajo en 4 actividades, al mando de un ingeniero supervisor de campo. Descarga de material,	Se Programarán actividades con horario extendido. Para recuperar el atraso.	-

Fuente Propia

Tabla 9 Medida Correctiva – Concreto Asfáltico – 1 de 2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	CAUSAS	Restricciones
2.1.8	Concreto Asfáltico		
2.1.8.1	Produccion de Concreto Asfáltico	Estandarizacion de Procesos, Distribucion de Recursos	No se producía asfalto con la dosificación de diseño. La Planta de asfalto se Descalibrada. (los materiales no llegaban con la
2.1.8.2	Carguío y transporte de Asfalto (d < 1 km)	Estandarizacion de Procesos, Distribucion de Recursos	Mal dimensionamiento de los equipos de transporte. Tenían mayor tiempo de recorrido. Afectando el tiempo máximo para la colocación
2.1.8.3	Transporte de Asfalto (d > 1 km)	Estandarizacion de Procesos, Distribucion de Recursos	Mal dimensionamiento de los equipos de transporte. Tenían mayor tiempo de recorrido. Afectando el tiempo máximo para la colocación del asfalto
2.1.8.4	Colocación, nivelación y compactación de asfalto	Estandarizacion de Procesos, Distribucion de Recursos	Demoras en Procesos, Falta de personal técnico y dirección de las actividades de recepción y descarga de asfalto, esparcido y compactado , calentamiento de asfalto.Falta de personal técnico calificado para la colocación de asfalto en estas
2.1.8.5	Imprimacion Asfáltica	Estandarizacion de Procesos, Distribucion de Recursos	Falta de personal técnico calificado para la colocación de asfalto en estas condiciones.
2.1.8.6	Colocacion Mastic Asfáltico	Estandarizacion de Procesos, Distribucion de Recursos	Falta de personal técnico calificado para la colocación de asfalto en estas condiciones

Fuente Propia

Tabla 10 Medida Correctiva – Concreto Asfáltico – 2 de 2

		ELIMINACION DE LAS CAUSAS (EL COMO?)			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	AREA PRODUCCION	AREA DE OFICINA TECNICA	AREA DE QC	AREA DE SHE
2.1.8	Concreto Asfáltico				
2.1.8.1	Produccion de Concreto Asfáltico	Talleres con especualistas en asfalto.Se analizara conjuntamente con los técnicos operadores especializados de la planta de asfalto , el proceso , logrando recalibrar las balanzas de la planta en función al contenido de humedad del	Se programarán horarios extendidos.	-	-
2.1.8.2	Carguío y transporte de Asfalto (d < 1km)	Se incremento la cantidad de volquetes para el transporte del asfalto caliente . Revistiendolos con geomembrana para evitar la adherencia desl asfalto en las tolvas de los volquetes	Se programarán horarios extendidos	-	-
2.1.8.3	Transporte de Asfalto (d > 1km)	Se incremento la cantidad de recursos, volquetes para el transporte del asfalto caliente . Revistiéndolos con geomembrana para evitar la adherencia desl asfalto en las tolvas de los volquetes	Se programarán horarios extendidos	-	-
2.1.8.4	Colocación, nivelación y compactación de asfalto	Integracion de especialistas al equipo de produccion. Uso de nuevas tecnologia. Se realizo pruebas de compactacion con especialistas en este tipo de asfalto. Cuyo equipo se integro al proyecto por 3 meses para el aprendizaje del equipo de la empresa.	Se programarán horarios extendidos	Integración de especialistas al equipo de produccion. Uso de nuevas tecnologia. Se realizará pruebas de compactación con especialistas en este tipo de asfalto. Cuyo equipo se integrará al proyecto por 3 meses para el aprendizaje del equipo de la empresa.	-
2.1.8.5	Imprimacion Asfaltica	Uso de nueva tecnologia. Se propuso el uso de un calentador infrarojo que disminuye el tiempo de calentamiento del asfalto . Logrando mejores rendimientos.	Se programarán horarios extendidos	-	-
2.1.8.6	Colocacion Mastic Asfáltico	Uso de nueva tecnologia. Se propuso el uso de un calentador infrarojo que disminuye el tiempo de calentamiento del asfalto . Logrando mejores rendimientos.	Se programarán horarios extendidos	-	-

Fuente Propia

Tabla 11 Medida Correctiva – Caminos y Rampas de Acceso – 1 de 2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	CAUSAS	Restricciones	
2.5	Caminos y Rampas de Acceso			
2.5.1	Rampas de acceso estribo derecho e izquierdo			
2.5.1.1	Excavación en roca	Abastecimiento de Recurso	Falta de equipo pequeño. Por el Espacio reducido en el área de trabajo. Condiciones de trabajo inadecuadas para equipo grande. (Picoton)	F
2.5.1.4	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	Abastecimiento de Recurso	Falta de equipo pequeño. Por el Espacio reducido en el área de trabajo. Condiciones de trabajo inadecuadas para equipo grande. (Rodillo de 10 tn.)	F
2.5.2	Camino acceso Publico			
2.5.2.1	Desbroce Top Soil	Abastecimiento de Recurso	Falta de equipo para la excavación y transporte de material. Apertura de 2 frentes de trabajo.	F
2.5.2.4	Excavación en roca	Abastecimiento de Recurso	Falta de equipo para la excavación y transporte de material. Apertura de 2 frentes de trabajo.	F
2.5.2.7	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	Abastecimiento de Recurso	-	-

Fuente Propia

Tabla 12 Medida Correctiva – Caminos y Rampas de Acceso – 2 de 2

		ELIMINACION DE LAS CAUSAS (EL COMO?)				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	AREA ADMINISTRATIVA	AREA PRODUCCION	AREA DE OFICINA TECNICA	AREA DE QC	
2.5	Caminos y Rampas de Acceso					
2.5.1	Rampas de acceso estribo derecho e izquierdo					
2.5.1.1	Excavacion en roca	Requerimiento de Rodillo Bernero y martillos neumaticos.	Se redimensiono el equipo y personal para las nuevas condiciones de trabajo. Se requiere para la excavacion picoton y taladros.	Se Reprogramaran en el 3W los nuevas actividades y se estimarán sus nuevos rendimientos de acuerdo a las condiciones de trabajo. 40% menor al programado. Por el uso de equipos mas pequeños.	-	
2.5.1.4	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	Requerimiento de Rodillo Bernero y planchas compactadoras.	Se redimensiono el equipo y personal para las nuevas condiciones de trabajo. Se requiere de un rodillo bermero.	Se Reprogramaran en el 3W los nuevas actividades y se estimarán sus nuevos rendimientos de acuerdo a las condiciones de trabajo. 40% menor al programado. Por el uso de equipos mas pequeños.	-	
2.5.2	Camino acceso Publico					
2.5.2.1	Desbroce Top Soil	Requerimiento de 01 Excavadora, 02 volquetes.	Se derivará equipo y personal de las actividades de relleno de la presa . Para mitigar los impactos en los plazos y uso de recursos	Se reprogramarán las actividades en el 3W .		
2.5.2.4	Excavacion en roca	Requerimiento de 01 Excavadora, 02 volquetes.	Se derivará equipo y personal de las actividades de relleno de la presa . Para mitigar los impactos en los plazos y uso de recursos	Se reprogramarán las actividades en el 3W .		
2.5.2.7	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	-	-	-		
2.6	Sistema de Distribucion de Relaves					

Fuente Propia

En las tablas adjuntas líneas arriba, se proponen las siguientes medidas correctivas dentro de la programación lookahead, con la finalidad de anticiparse a los impactos que podría generar el retraso en la ruta crítica:

De este modo, se propone en la programación lookahead, que equipos similares y ociosos ubicados en la zona de relleno de la presa, deben ser redistribuidos a la zona de mantenimiento de vías para poder cumplir con los plazos de esta tarea.

Los acopios de material 3A preexistentes, impiden el transporte y carguío de material 3B, se propone anticiparse en la programación lookahead a la improductividad de estos recursos, enviándolos a la actividad de Accesos aprovechando que los equipos son similares y que hacen falta para esta actividad. A demás, de destinar otra parte al control de la secuencia de actividades, es decir, al levantamiento de los acopios de material 3A preexistentes para liberar la actividad de Relleno del material 3B.

Los procesos de tratamiento del asfalto son manuales y no son limpios, lo cual origina retrasos en esta partida. Se propone la utilización de infrarrojo para calentar más rápido y adecuadamente el asfalto, esto será considerado en la programación lookahead . Se presentan retrabajos por morrena no homogénea, se sugiere considerar el uso de una zaranda metálica, lo que evitará retraso en esta actividad y se propone incrementar recursos para cubrir adecuadamente el material manteniéndolo en condiciones óptimas.

Por otro lado, los procesos de liberación de capas ocasionan atrasos. Se identificó la necesidad de estandarizar mejor este proceso y la necesidad de abastecer recursos. Se propone anticiparse a los impactos en los plazos de ejecución considerando un especialista y un laboratorista adicional en campo.

7. Medición periódica semanal de los índices SPI, CPI y PPC.

Se simularán en @RISK los indicadores del SPI, CPI y PPC para proyectar resultados de la semana 40 a la 70 y analizarlos en base a los objetivos de mejora señalados en párrafos anteriores.

8. Elaboración de informes y gráficos que muestren el comportamiento de los indicadores del proyecto SPI, CPI y PPC.

El jefe de control de proyectos elaborará un informe semanal en base a los valores semanales del CPI, SPI y PPC. Tal informe seguirá los formatos de tablas y gráficas ya descritos en párrafos anteriores.

9. Seguimiento y Control de la metodología de mejora.

El jefe de control de proyectos deberá asegurar que los planificadores y controladores de campo registren los datos necesarios para la medición semanal de los indicadores SPI,CPI y PPC indicados anteriormente.

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta sección el análisis de resultados tanto antes como después de la aplicación de la metodología del Last Planner System y Porcentaje del Plan Cumplido (PPC). Asimismo, se indican las mejoras en función a los indicadores de control empleados.

5.1 MODELO

Con la finalidad de efectuar los controles del proyecto en estudio. Se empleará tres indicadores: el SPI, CPI y el PPC. La simulación de resultados se realizará en @Risk. Como variables de entrada se tendrá al porcentaje de valor ganado, el porcentaje de valor programado y el porcentaje de valor real. Mientras que, como variables de salida se tendrá al SPI, CPI y PPC. El simulador @Risk calcula los datos en función al tipo de distribución de las variables de entrada. A partir de este análisis, se espera una mejora del 30 % en PPC, así como una mejora de 5 % para el CPI y de 10 % para el SPI.

5.2 TABLA DE RESULTADOS

A continuación se muestra tabla con los indicadores PPC, SPI y CPI simulados de la semana 39 a la semana 70. (Ver Tabla No013):

Tabla 13 Tabla de Resultados de la semana 39 a la 70.

N° Reporte	Semana	N° Activ Planif	N° Act Planif Acum	N° Activ Ejecutada	N° Act Ejec Acum	PAC Semanal	PAC Acumulado		PAC Meta	SPI Semanal	SPI Acumul	CPI Semanal	CPI Acumul
5	19-Sep-15	24-Sep-15							85.0%	1.00	1.000	0.490	0.490
6	25-Sep-15	01-Oct-15							85.0%	0.99	0.986	0.510	0.508
7	02-Oct-15	08-Oct-15							85.0%	0.89	0.927	0.476	0.489
8	09-Oct-15	15-Oct-15							85.0%	0.67	0.817	0.569	0.515
9	16-Oct-15	22-Oct-15							85.0%	0.72	0.773	0.823	0.619
10	23-Oct-15	29-Oct-15							85.0%	0.52	0.667	0.682	0.638
11	30-Oct-15	05-Nov-15							85.0%	0.95	0.735	0.811	0.684
12	06-Nov-15	12-Nov-15							85.0%	0.50	0.689	0.755	0.693
13	13-Nov-15	19-Nov-15							85.0%	0.40	0.644	0.688	0.693
14	20-Nov-15	26-Nov-15							85.0%	0.45	0.615	0.608	0.682
15	27-Nov-15	03-Dec-15							85.0%	0.85	0.646	0.576	0.662
16	04-Dec-15	10-Dec-15							85.0%	0.52	0.631	0.510	0.644
17	11-Dec-15	17-Dec-15							85.0%	0.54	0.621	0.627	0.643
18	18-Dec-15	24-Dec-15							85.0%	0.73	0.632	0.570	0.634
19	25-Dec-15	31-Dec-15							85.0%	0.30	0.600	0.513	0.627
20	01-Jan-16	07-Jan-16							85.0%	0.83	0.620	0.480	0.605
21	08-Jan-16	14-Jan-16							85.0%	0.45	0.607	0.531	0.600
22	15-Jan-16	21-Jan-16							85.0%	0.99	0.635	0.536	0.592
23	22-Jan-16	28-Jan-16							85.0%	0.64	0.635	0.556	0.590
24	29-Jan-16	04-Feb-16							85.0%	0.79	0.645	0.523	0.584
25	05-Feb-16	11-Feb-16							85.0%	0.68	0.647	0.501	0.578
26	12-Feb-16	18-Feb-16							85.0%	0.55	0.641	0.510	0.574
26	12-Feb-16	18-Feb-16							85.0%	0.55	0.641	0.510	0.574
27	19-Feb-16	25-Feb-16							85.0%	0.62	0.641	0.570	0.574
28	26-Feb-16	03-Mar-16							85.0%	0.72	0.644	0.569	0.573
29	04-Mar-16	10-Mar-16							85.0%	0.47	0.635	0.521	0.571
30	11-Mar-16	17-Mar-16							85.0%	0.41	0.620	0.496	0.567
31	18-Mar-16	24-Mar-16							85.0%	0.51	0.613	0.438	0.560
32	25-Mar-16	31-Mar-16							85.0%	0.70	0.618	0.442	0.551
33	01-Apr-16	07-Apr-16							85.0%	0.87	0.633	0.503	0.546
34	08-Apr-16	14-Apr-16							85.0%	0.72	0.638	0.555	0.547
35	15-Apr-16	21-Apr-16							85.0%	0.34	0.622	0.539	0.547
36	22-Apr-16	28-Apr-16							85.0%	0.28	0.599	0.522	0.546
37	29-Apr-16	05-May-16							85.0%	0.41	0.588	0.581	0.547
38	06-May-16	12-May-16							85.0%	0.52	0.585	0.590	0.549
38	06-May-16	12-May-16							85.0%	0.52	0.585	0.590	0.549
39	13-May-16	19-May-16	33	33	12	12	36.36%	36.4%	85.0%	0.70	0.590	0.641	0.553
40	20-May-16	26-May-16	31	64	16	28	51.61%	43.8%	85.0%	0.76	0.597	0.618	0.556
41	27-May-16	02-Jun-16	17	81	12	40	70.59%	49.4%	85.0%	0.70	0.601	0.629	0.559
42	03-Jun-16	09-Jun-16	15	96	11	51	73.33%	53.1%	85.0%	0.70	0.605	0.625	0.562
43	10-Jun-16	16-Jun-16	20	116	16	67	80.00%	57.8%	85.0%	0.84	0.613	0.675	0.566
44	17-Jun-16	23-Jun-16	21	137	17	84	80.95%	61.3%	85.0%	0.73	0.617	0.655	0.570
45	24-Jun-16	30-Jun-16	20	157	16	100	80.00%	63.7%	85.0%	0.82	0.625	0.657	0.573
46	01-Jul-16	07-Jul-16	20	177	16	116	80.00%	65.5%	85.0%	0.80	0.631	0.605	0.575
47	08-Jul-16	14-Jul-16	19	196	16	132	84.21%	67.3%	85.0%	0.84	0.639	0.640	0.578
48	15-Jul-16	21-Jul-16	19	215	15	147	78.95%	68.4%	85.0%	0.84	0.650	0.663	0.583
49	22-Jul-16	28-Jul-16	19	234	16	163	84.21%	69.7%	85.0%	0.88	0.660	0.803	0.593
50	29-Jul-16	04-Aug-16	16	250	12	175	75.00%	70.0%	85.0%	0.93	0.669	0.842	0.601
51	05-Aug-16	11-Aug-16	16	266	14	189	87.50%	71.1%	85.0%	0.81	0.674	0.789	0.607
52	12-Aug-16	18-Aug-16	13	279	11	200	84.62%	71.7%	85.0%	0.82	0.677	0.769	0.610
53	19-Aug-16	25-Aug-16	13	292	12	212	92.31%	72.6%	85.0%	0.95	0.683	0.820	0.615
54	26-Aug-16	01-Sep-16	13	305	11	223	84.62%	73.1%	85.0%	0.82	0.685	0.861	0.619
55	02-Sep-16	08-Sep-16	13	318	12	235	92.31%	73.9%	85.0%	0.87	0.688	0.851	0.622
56	09-Sep-16	15-Sep-16	4	322	4	239	100.00%	74.2%	85.0%	0.84	0.691	0.809	0.625
57	16-Sep-16	22-Sep-16	2	324	2	241	100.00%	74.4%	85.0%	1.00	0.695	0.844	0.628
58	23-Sep-16	29-Sep-16	4	328	3	244	75.00%	74.4%	85.0%	0.91	0.697	0.855	0.631
59	30-Sep-16	06-Oct-16	5	333	4	248	80.00%	74.5%	85.0%	0.88	0.699	0.897	0.633
60	07-Oct-16	13-Oct-16	7	340	6	254	85.71%	74.7%	85.0%	0.95	0.700	0.887	0.635
61	14-Oct-16	20-Oct-16	9	349	8	262	88.89%	75.1%	85.0%	0.93	0.702	0.887	0.636
62	21-Oct-16	27-Oct-16	8	357	7	269	87.50%	75.4%	85.0%	1.01	0.704	0.863	0.638
63	28-Oct-16	03-Nov-16	6	363	5	274	83.33%	75.5%	85.0%	1.00	0.705	0.909	0.639
64	04-Nov-16	10-Nov-16	5	368	4	278	80.00%	75.5%	85.0%	1.05	0.707	0.889	0.640
65	11-Nov-16	17-Nov-16	4	372	3	281	75.00%	75.5%	85.0%	0.92	0.708	0.903	0.641
66	18-Nov-16	24-Nov-16	5	377	4	285	80.00%	75.6%	85.0%	0.96	0.709	0.924	0.643
67	25-Nov-16	01-Dec-16	5	382	5	290	100.00%	75.9%	85.0%	0.93	0.710	0.905	0.643
68	02-Dec-16	08-Dec-16	5	387	4	294	80.00%	76.0%	85.0%	0.98	0.711	0.956	0.644
69	09-Dec-16	15-Dec-16	5	392	4	298	80.00%	76.0%	85.0%	0.99	0.711	0.936	0.645
70	16-Dec-16	22-Dec-16	4	396	4	302	100.00%	76.3%	85.0%	1.00	0.711	0.985	0.645

Fuente Propia

También se muestra en Gráfico 34, donde se aprecia los SPIs semanales, SPIs acumulados, y los PPC semanales y PPC Acumulados de la semana 39 a la semana 70. Se espera que los rendimientos se incrementen en un 30 %.

Gráfico 34 SPI y PPC

Se identificó las distribuciones normal y weibull para las variables de entrada. En función a lo esperado se obtuvo los datos para las variables de salida (SPI, CPI y PPC).

Tal como se observa en el Gráfico 35, antes de la aplicación de la metodología del Last Planner System y del PPC, se observa gran variabilidad del SPI semanal (desviación estándar: 0.202). Mientras que, después de la aplicación de la metodología del Last Planner System y del PPC se espera, que el valor del SPI vaya mejorando progresivamente en el tiempo, reduciendo su variabilidad (desviación estándar: 0.097). Asimismo, el valor ganado se acerca más al valor planeado, para durante el periodo que corresponderá a la ejecución de la metodología del Last Planner System y del PPC. Además, se observa que el porcentaje de plan cumplido semanal y acumulado mejoran progresivamente.

Por otro lado, se muestra gráfica, donde se aprecia los CPIs semanales, CPIs acumulados, y los PPC semanales y PPC Acumulados de la semana 39 a la semana 70

Gráfico 35 CPI y PPC

Tal como se observa en la gráfica, antes de la aplicación de la metodología del Last Planner System y del PPC, se observa que la variabilidad del CPI se mantiene con una ligera discrepancia respecto del periodo después de la aplicación de la metodología del Last Planner System y del PPC (Antes, desviación estándar:0.09 ; Después, desviación estándar:0.11) .En este periodo, durante la aplicación de la metodología del Last Planner System y del PPC, también se espera, que el valor del CPI, vaya mejorando progresivamente en el tiempo. Asimismo, el valor ganado se acerca más al costo actual, durante la implementación de la metodología del Last Planner System y del PPC. A demás, se espera que el porcentaje de plan cumplido semanal y acumulado mejoren progresivamente. Inicialmente se tenía un atraso del 20.59 %. Luego de la aplicación de la metodología del Last Planner System y el PPC, se espera un retraso de 8.29 %. Lo cual implica una mejora del 12.30 % en el cumplimiento del cronograma planeado. Por otro lado, se espera que el CPI disminuya de 23.83 % a 15.33 % , lo que implica una mejora de 8.50 % para la relación entre el valor ganado y el costo actual del proyecto hasta ese momento. A continuación se presenta cuadro resumen.(Ver Cuadro No 087):

Cuadro 87 Resumen de la Mejora de Indicadores				
	Inicio	Final	Mejora	Meta
SPI	20.59%	8.29%	12.30%	10%
CPI	23.83%	15.33%	8.50%	5%

Fuente Propia.

Todo esto se debe a que la metodología aplicada permitirá mejorar la estandarización de procesos, el control de la secuencia de las actividades , el abastecimiento y distribución de recursos mediante la identificación del último responsable de gestionar estos recursos en cada tarea , lo que a su vez, se verá reflejado en la mejora de los valores del PPC (Porcentaje del Plan Cumplido) , valores del SPI (Schedule Perfomance Index) y valores del CPI (Cost Schedule Perfomance Index) , tanto semanales como acumulados.

En función al monto presupuestado del proyecto (17,015,029.00 dólares) y teniendo en cuenta los porcentajes obtenidos de SPI y CPI , se tiene los siguientes equivalentes.(Ver Cuadro No 088):

Cuadro 88 Resumen monto equivalente.

	Inicio	Final	Mejora	Meta
SPI	3,503,394.47	1,410,545.90	2,092,848.57	1,701,502.90
CPI	4,054,681.41	2,608,403.95	1,446,277.47	850,751.45

Fuente Propia

Según el análisis establecido, la relación entre lo ganado y gastado mejora en : 1,446,277.47 dólares.

A continuación se muestra el porcentaje de ahorro proyectado mensualmente.(Ver Cuadro No 087):

Tabla 14 Monto proyectado.

1	2	3	4	5	6	7	8
1.9%	2.1%	2.0%	1.2%	0.8%	0.2%	0.03%	0.03%

5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

El siguiente flujo de caja ha sido elaborado considerando el ahorro por la implementación de la metodología de estudio. Así como también, los costos directos generados de tal implementación. Estos costos directos están asociados la contratación de personal indicado líneas arriba, en el desarrollo de la implementación de la metodología de estudio. Las unidades presentadas son todas en dólares. Se consideró un flujo de caja de 8 meses, tiempo en el que se espera implementar la nueva metodología. Se considera como inversión un total de 87,000 dólares por la instalación del software, licencias , entrenamiento , capacitaciones y habilitación del servidor de los usuarios de 8 meses. Los mismos que se detallan a continuación. (Ver Cuadro No 89):

Cuadro 89 Inversión

Cant	Descripción	Precio (\$)
1	Instalación del software	22,450.00
5	Licencias	36,500.00
1	Habilitación del servidor	13,050.00
1	Capacitación Especialista en Primavera	7,000.00
1	Entrenamiento en Lean Construction	8,000.00
Total		87,000.00

Fuente Propia

Se consideran como costos directos un total de 55,000 dólares. Estos se detallan a continuación.(Ver Cuadro No 90):

Cuadro 90 Costos directos

Cant	Descripción	Precio(\$)
2	Planificadores	16,500.00
2	Controladores de Campo	22,000.00
1	Jefe de Control de Proyectos	16,500.00
Total		55,000.00

Fuente Propia

Se considera un costo de oportunidad del 17 %, este valor fue brindado por la empresa objetivo. Las proyecciones del ahorro durante los 8 meses se basaron en los porcentajes de valor ganado proyectado para esos meses.

Esto en función a la simulación realizada en el capítulo 4.1. Tales proyecciones fueron de (Ver Cuadro No 91):

Cuadro 91 Proyecciones de valor ganado

1	2	3	4	5	6	7	8
1.9%	2.1%	2.0%	1.2%	0.8%	0.2%	0.03%	0.03%

Se obtiene un valor actual neto total de \$171,779.35. Este valor actual neto representa un 1.01 % del valor presupuestado para el proyecto de construcción en estudio. Esto significa que la inversión en la mejora, produce rentabilidad a la empresa. De acuerdo a lo mencionado en el capítulo 2.4.4. A demás, se obtiene una TIR de 40.46%, este porcentaje representa el valor requerido para igualar el VAN a cero y supera a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

Concluimos que los valores generados de VAN y TIR respaldan la rentabilidad del proyecto y la inversión que se estará realizando para la mejora del mismo.(Ver Cuadro No 92).

Cuadro 92 Flujo de Caja Libre

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ahorro		163,782	176,826	173,934	97,971	71,764	15,169	2,725	2,812
Costos Directos		-55,000	-55,000	-55,000	-55,000	-55,000	-55,000	-55,000	-55,000
Inversión	-87,000								
Flujo libre de caja	-87,000	108,782	121,826	118,934	42,971	16,764	-39,831	-52,275	-52,188
VAN	-87,000	100,723.72	112,802.04	110,123.68	39,787.51	15,522.57	-36,880.72	-48,403.14	-48,322.28
		100,724	104,446	94,413	31,585	11,410	-25,100	-30,502	-28,196
VAN		171,779.36							

Fuente Propia

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

CAPITULO 1

- 1.-El LPS o Last Planner System es una de las herramientas de la metodología del “Lean Construction” cuyo objetivo es incrementar la fiabilidad de la programación y por consecuencia mejorar los desempeños.
- 2.-El PPC o Porcentaje de Plan Cumplido es un indicador que evalúa hasta qué punto el sistema del último planificador fue capaz de anticiparse al trabajo que se hará en la semana siguiente.
- 3.-La identificación anticipada de restricciones (causas de incumplimiento), para corregirlas justo a tiempo, permite lograr un flujo de trabajo continuo y por tanto, una planificación eficiente
- 4.-En una planificación tradicional, se establece de antemano lo que debe hacerse y finalmente se termina haciendo lo que se puede. Mientras que, en una planificación Lean, se empieza por determinar que debería hacerse, que puede hacerse realmente y finalmente, que es lo que verdaderamente se hará.

CAPITULO 2

- 5.- A partir del diagnóstico realizado en la empresa, se cuantificó un retraso de 20.59 % respecto del tiempo programado para la ejecución de las actividades de Setiembre de 2015 a Mayo del 2016.
- 6.- A partir del diagnóstico realizado en la empresa y análisis de la causa raíz, se concluyó que las consecuencias del problema de la planificación ineficiente fueron los sobretiempos, retrabajos, desperdicio y trabajos improductivos.
- 7.-A partir del análisis de causa raíz se determinó que las causas principales del problema de la planificación ineficiente fueron, la inadecuada estandarización de procesos, la falta de control de la secuencia de las actividades, inadecuado abastecimiento y distribución de los recursos.
- 8.-Después de la cuantificación del problema, se concluyó que los sobrecostos generados por la planificación ineficiente ascienden a un 2% del monto valorizado del proyecto.

CAPÍTULO 3

9.-La metodología del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan cumplido) pretende demostrar que es posible mitigar los impactos en los plazos de ejecución del proyecto en estudio. Tal metodología se eligió como la más adecuada en base a un estudio de análisis jerárquico de proceso (AHP). Las metodologías analizadas fueron: Lean Construction, Seis Sigma y teoría de las restricciones. En función de los cuatro criterios propuestos para la comparación pareada, se obtuvo un mayor puntaje para Lean Construction (0.62), un puntaje intermedio para Teoría de las Restricciones (0.26) y un el menor puntaje para Seis Sigma (0.11). De lo cual, se concluyó que la herramienta más adecuada a emplear es el Lean Construction.

10.-La metodología del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan cumplido) emplea una programación intermedia o Lookahead, con la finalidad de proyectar el trabajo que será realmente ejecutado con los recursos que se cuentan.

11.-El análisis de restricciones determina las causas de incumplimiento de las actividades programadas, así como las medidas correctivas.

12.-Los indicadores SPI, CPI y PPC logran medir y controlar los resultados luego de la aplicación de la metodología del Last Planner System y el Porcentaje de Plan Cumplido, pues proporcionan información del avance del proyecto.

CAPÍTULO 4

13.-Luego de la aplicación de la metodología del Last Planner System y el PPC (Porcentaje de Plan cumplido), se tiene un retraso de 8.29 %. Lo cual implica una mejora del 12.30 % en el cumplimiento del cronograma planeado.

14.- El CPI disminuye de 23.83 % a 15.33 % , lo que implica una mejora de 8.50 % para la relación entre el valor ganado y el costo actual del proyecto hasta ese momento.

6.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda el empleo de esta metodología para solucionar los problemas de planificación ineficiente de los proyectos de construcción. Esto debido a que, de acuerdo a los resultados obtenidos de los indicadores, se demuestra que es capaz de trabajar eficientemente sobre el control de la secuencia de actividades (ruta crítica), la estandarización de procesos, el abastecimiento de recursos y la distribución de los mismos.

Se recomienda realizar capacitaciones del software y del empleo de la herramienta del Last Planner System y PPC (Porcentaje de Plan Cumplido) .Así como, efectuar las actualizaciones del software, implementar un equipo para el mantenimiento del software, y personal encargado de la mejora continua de esta nueva herramienta.

6.3 GLOSARIO

-**Contratista:** Empresa que se encarga de la construcción del proyecto.

-**Consultor:** Empresa que desarrolla la ingeniería del proyecto.

-**5 Ss :** Metodología para organizar el trabajo de una manera que minimice el desperdicio, asegurando que las zonas de trabajo estén sistemáticamente limpias y ordenadas.

-**Forecast:** Fechas proyectadas de cumplimiento.

-**Heijunka:** Significa “transformación en un nivel plano”. Esto es, la eliminación de desniveles en la carga de trabajo, lo cual se consigue con una producción continua y eficiente.

-**Hito:** Fechas de cumplimiento pactadas con el cliente.

-**Jidoka:** Es una metodología japonesa que se centra en la verificación de calidad en las líneas de producción y éstas tienen la capacidad para detenerse cuando se detectan problemas.

-**Kaizen:** Es una metodología que propone la mejora continua. Señala también, que todo proceso de cambio, debe comenzar por una decisión y debe ser progresivo en el tiempo.

-**Kanban:** Es un término japonés que se traduce como “etiqueta de instrucción”. Esta etiqueta o tarjeta contiene toda la información requerida para fabricar un producto en cada etapa de su proceso productivo. De esta manera, se genera un orden de trabajo que debe cumplirse.

-**Last Planner:** “último responsable” o “último planificador” de una actividad determinada.

-**Lean Construction:** Es una filosofía que busca reducir las pérdidas producidas en el sector construcción, al mitigar los impactos producidos en los plazos de ejecución, costos y productividad de los proyectos.

-**Línea Base:** Programa inicial de construcción.

-**Lookahead:** Es la programación intermedia empleada en el sistema del último planificador.

-**Mitigar:** Minimizar el riesgo de incumplimiento.

-**Metrado:** Cuota de trabajo diaria o semanal a realizar en un proyecto de construcción.

-**Plazo de ejecución:** Tiempos de entrega de un proyecto.

-**Poka Yoke:** Traducido del japonés al español significa “a prueba de errores”. Es una técnica de calidad desarrollada dentro del TPS o Sistema de Producción Toyota. Se trata de generar mecanismos que prevengan el error antes que suceda. Así como, de prevenir errores humanos que luego se convertirían en defectos del producto.

6.4 SIGLARIO

- Act.** : Actual. Esto es, fechas de cumplimiento Real.
- ACWP** : Actual Cost of Work Perfomed. En español, costo real del trabajo realizado.
- BCWP** : Budget Cost of Work Perfomed. En español, costo presupuestado del trabajo realizado.
- **BCWS** : Budget Cost of Work Scheduled. En español, costo presupuestado del trabajo programado.
- C.N.N** : Causas de no cumplimiento.
- CV** : Cost Variance . En español, varianza del costo.
- EGLC**: European Group of Lean Construction.
- E.V.M** : Earned Value Method. En español, Método del Valor Ganado.
- Fc.** : Forecast.Esto es fechas proyectadas de cumplimiento.
- JIT** : Just in Time. En español, Justo a Tiempo.
- LB 0**: Línea Base 0.Esto es fechas iniciales programadas de cumplimiento.
- LB 1**: Línea Base 2. Esto es fechas iniciales programadas de cumplimiento.
- LCI**: Lean Construction Institute.
- LPS** : Last Planner System.
- L.P.P.** : Lean Project Planning.
- MBM** : Managing by means . En español, Gestión por medios.
- MBR** : Managing by results. En español, Gestión por resultados.
- Niv.** : Nivel.
- PAC.** : Porcentaje de Asignaciones completadas
- PPC** : Porcentaje de plan cumplido.
- SHE**: Safety Health and Environmental, en inglés o Seguridad, Salud y Medio Ambiente, en español.
- SMED** : Single Minute Exchange of die.
- SPI**: Índice de desempeño del programa.
- SUP**: Sistema del Último Planificador.
- SV**: Schedule Variance.
- TPM** : Total Productive Maintenance. En español, Mantenimiento Productivo Total.
- TPS** : Toyota Production System.
- WBS**: Work Breakdown Structure.

7 REFERENCIAS

1.- Alarcón, Luis. (1997) “Herramientas para identificar y reducir pérdidas en proyectos de construcción”. Revista Ingeniería de construcción; Vol. 15, p37-45,10p

<http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/368>

2.- Alarcón, Luis et al.(2008) “Assessing the impacts of implementing lean construction” Revista Ingeniería de Construcción; Vol.23 Issue 1, p26-33,9p

<http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/ALARCON>

3.- Anderson, N. C., & Kovach, J. V. (2014). “Reducing Welding Defects in Turnaround Projects: A Lean Six Sigma Case Study”. Quality Engineering; Vol. 26 Issue 2, p168-181.

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=10&sid=07e5eb8c-93c6-4a23-8750-ddd6be929441%40sessionmgr120&hid=125&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=94953999&db=egs>

4.-Andrade M. y Arrieta B. (2011) “Last planner en subcontrato de empresa constructora” Revista Ingeniería de Construcción; Vol.10 Issue 1,p36-52,17p

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2011000100005

5.- Baldwin, A., & Bordoli, D. (2014). Handbook for Construction Planning and Scheduling (1). Somerset, GB: Wiley.

<http://site.ebrary.com/lib/upc/reader.action?docID=10860997>

6.- Emblemavåg, J. (2014). Lean Project Planning in Shipbuilding. Journal Of Ship Production & Design; Vol. 30 Issue 2, p79-88. 10p

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=21&sid=ff06eb3a-68c7-4ed6-9593-0720372de679%40sessionmgr4008&hid=4204&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=95532051&db=a9h>

7.- Fernandez-Solis, J. L., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z. K., Son, K., & Lagoo, N. (2013).” Survey of Motivations, Benefits, and Implementation Challenges of Last Planner System Users”. Journal Of Construction Engineering & Management; Vol. 139 Issue 4, p354-360, 7p, 4 Charts, 1 Graph

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=23&sid=ff06eb3a-68c7-4ed6-9593-0720372de679%40sessionmgr4008&hid=4204&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=86027404&db=a9h>

8.- Grupo S10 (2015) “Un paso adelante: Subcontratistas, proveedores y Lean Construction” Revista Costos; Vol. 256, p46-50, 5p

[Hemeroteca UPC , Sede Monterico.](#)

9.- Grupo S10 (2014) “Aplicación del Last Planner System en proyectos de construcción” Revista Costos; Vol. 239, p54-58, 5p

[Hemeroteca UPC , Sede Monterico.](#)

10.- Grupo S10 (2013) “Edificio de oficinas Schreiber 220 Estructura Ejecutada Bajo Lean Construction” Revista Costos; Vol. 231, p26-30, 5p

[Hemeroteca UPC , Sede Monterico.](#)

11.- Grupo S10 (2011) “ XIX Conferencia Anual del Grupo Internacional de Lean Construction” Revista Costos; Vol. 205, p67-69, 3p

[Hemeroteca UPC , Sede Monterico.](#)

- 12.- Grupo S10 (2011) “ XIX Congreso Internacional de Lean Construction en Lima” Revista Costos; Vol. 209, p43-48, 6p
[Hemeroteca UPC , Sede Monterico.](#)
- 13.- Grupo S10 (2011) “ Primer congreso nacional de Lean Construction” Revista Costos; Vol. 222, p78-79, 2p
[Hemeroteca UPC , Sede Monterico.](#)
- 14.- Hamzeh, F. R., Zankoul, E., & Rouhana, C. (2015). “How can ‘tasks made ready’ during lookahead planning impact reliable workflow and project duration?”. Construction Management & Economics; Vol. 33 Issue 4, p243-258, 16p
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=3&sid=ff06eb3a-68c7-4ed6-9593-0720372de679%40sessionmgr4008&hid=4204&bdata=Jmxhbmc9ZXN%3d#AN=108741337&db=bth>
- 15.- Heap, J., Burgess, T. & Claxton, J. (2014). International Journal of Productivity and Performance Management: Volume 63, Issue 5 : Lean Practice and Performance Management. Bradford, GB: Emerald Group Publishing Limited.
<http://site.ebrary.com/lib/upc/reader.action?docID=10900547>
- 16.- Hobbs, D. (2010). Applied Lean Business Transformation. Ft. Lauderdale, US: J. Ross Publishing Inc.
<http://site.ebrary.com/lib/upc/reader.action?docID=10520066>
- 17.- James F. Cox III, Ph.D, CFPIM, CIRM; John G. Schleier, Jr. (2010). Theory of Constraints Handbook. US: McGraw-Hill Professional.
<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/theory-of-constraints-handbook#fullDetails>
- 18.- Kalsaas, B. T. (2012). “The Last Planner System Style of Planning: Its Basis in Learning Theory” Journal Of Engineering, Project & Production Management; Vol. 2 Issue 2, p 88-100. 13p
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=15&sid=ff06eb3a-68c7-4ed6-9593-0720372de679%40sessionmgr4008&hid=4204&bdata=Jmxhbmc9ZXN%3d#AN=78946908&db=iih>
- 19.- Kim, Y., & Ballard, G. (2010). “Management Thinking in the Earned Value Method System and the Last Planner System”. Journal Of Management In Engineering; Vol. 26 Issue 4, p223-228, 6p, 1 Diagram, 2 Charts.
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=11&sid=ff06eb3a-68c7-4ed6-9593-0720372de679%40sessionmgr4008&hid=4204&bdata=Jmxhbmc9ZXN%3d#AN=53711678&db=a9h>
- 20.- M. P., Devaki. .(2016) "Application Of Lean Management Techniques For Achieving Energy Efficiency In Building Construction: Procurement And Handling Of Building Materials." Key Engineering Materials; Vol. 678, p135-143,9p
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=8&sid=87983bb8-5863-42ac-bf26-8dd399510ce7%40sessionmgr4007&hid=4107&bdata=Jmxhbmc9ZXN%3d#AN=113035831&db=egs>
- 21.- Ma, U. D. (2012). No Waste : Managing Sustainability in Construction. Farnham, GB: Gower.
<http://site.ebrary.com/lib/upc/reader.action?docID=10495666>
- 22.- Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. (2012). “Last Planner Control System Applied to a Chemical Plant Construction”. Journal Of Construction Engineering & Management, Vol. 138 Issue 2, p287-293. 7p
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=17&sid=ff06eb3a-68c7-4ed6-9593-0720372de679%40sessionmgr4008&hid=4204&bdata=Jmxhbmc9ZXN%3d#AN=72896755&db=a9h>

23.-Paredes, F. (2016) “Lean Production y la producción más limpia” Revista Costos; Vol. 262, p50-54, 5p

<http://www.costosperu.com/ediciones/edicion-262>

24.- Paślawski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. (2016) "Lean Management In Construction Processes." Annual International Conference On Architecture & Civil Engineering; p539-548,10p

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=6&sid=87983bb8-5863-42ac-bf26-8dd399510ce7%40sessionmgr4007&hid=4107&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=115109322&db=egs>

25.- Pavez, I. , González, V. y Alarcón, L. F (2010) “Improving the Effectiveness of New Construction Management Philosophies using the Integral Theory” ; Vol.9 Issue 1, p26-38,13p

http://www7.uc.cl/ccivil_revista/revista/rev18/REVISTA_18.pdf

26.- Porras, Hernán et al.(2014)“Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual”;Vol. 11 Issue 1 ,p32-53,22p

<http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-11/art4.pdf>

27.- Rodríguez, A. , Alarcón L. F. and Pellicer, E. (2011)“La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador”. Revista de Obras Públicas; Vol. 518 Issue 3,p 1-9,9p

<https://riunet.upv.es/handle/10251/29189>

28.- Russell, M. M., Howell, G., Hsiang, S. M., & Liu, M. (2013). “Application of Time Buffers to Construction Project Task Durations”. Journal Of Construction Engineering & Management; Vol. 139 Issue 10, p1-10,10p

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=13&sid=ff06eb3a-68c7-4ed6-9593-0720372de679%40sessionmgr4008&hid=4204&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=90259623&db=a9h>

29.- Russell, M. M., Liu, M., Howell, G., & Hsiang, S. M. (2015). “Case Studies of the Allocation and Reduction of Time Buffer through Use of the Last Planner System”. Journal Of Construction Engineering & Management; Vol. 141 Issue 2, p-1, 1p

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=5&sid=eb72f5b5-a84d-450b-9c79-93e6968a82ff@sessionmgr1&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=100438929>

30.- Samaniego, C., Denis, A. & Picchi, F. (2006)“ Integración de la gestión de fabricación y montaje de elementos de concreto pre-fabricados in situ, utilizando conceptos de Lean Thinking” Revista Ingeniería de Construcción ; Vol. 21 Issue 1, p 5-12,8p

<http://info.upc.edu.pe/hemeroteca/tablas/ingcivil/ingdeconst/ingdeconst2101.htm>

31.- Sánchez-Losada, J. M. (2012). “Modelos de gestión de proyectos: dirección de proyectos compatible con el pensamiento Lean”. DYNA - Ingeniería E Industria; Vol. 87 Issue 2, p214-221. 8p, 2 Color Photographs, 2 Diagrams, 1 Chart.

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=25&sid=ff06eb3a-68c7-4ed6-9593-0720372de679%40sessionmgr4008&hid=4204&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=73472331&db=fua>

32.- Sullivan, K. T. (2011). Quality Management Programs in the Construction Industry: Best Value Compared with Other Methodologies. Journal Of Management In Engineering; Vol. 27,p 210-219.

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=7&sid=07e5eb8c-93c6-4a23-8750-ddd6be929441%40sessionmgr120&hid=125&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#db=a9h&AN=66950307>

33.-Surendra, M. GUPTA (2016) “Lean Manufacturing, Green Manufacturing and Sustainability” Journal of Japan Industrial Management Association; Vol. 67 Issue 2E, p 102-105,4p

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jima/67/2E/67_102/_article

34.- Viana, D. D., Formoso, C. T., & Isatto, E. L. (2011). "Modelling the network of commitments in the Last Planner System". Lean Construction Journal; p55-67, 13p

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=19&sid=ff06eb3a-68c7-4ed6-9593-0720372de679%40sessionmgr4008&hid=4204&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=118301362&db=egs>

35.- Vicencio Salazar, G. (2014) "Desarrollo de Last Planner System con tecnología BIM en proyectos de edificación" Revista Costos; Vol. 248, p43-47,5p

Hemeroteca UPC , Sede Monterico.

36.- Wambeke, B. W., Liu, M., & Hsiang, S. M. (2012). "Using Last Planner and a Risk Assessment Matrix to Reduce Variation in Mechanical Related Construction Tasks". Journal Of Construction Engineering & Management; Vol. 138 Issue 4, p491-498, 8p.

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=9&sid=ff06eb3a-68c7-4ed6-9593-0720372de679%40sessionmgr4008&hid=4204&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#AN=74299793&db=bth>

37.- Willem Kymmell (2008). Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. US: McGraw-Hill Professional.

<http://accessengineeringlibrary.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/building-information-modeling-planning-and-managing-construction-projects-with-4d-cad-and-simulations-mcgraw-hill-construction-series/p2001776a9970001001?s.num=6&q=lean+construction#p2001776ag110001vpp>

38.- Berumen, S. A., & Redondo, F. L. (2007). LA UTILIDAD DE LOS MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO (COMO EL AHP) EN UN ENTORNO DE COMPETITIVIDAD CRECIENTE. Cuadernos De Administración (01203592), 20(34), 65-87.

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=edcdddf1-c807-47d7-a8a5-cc1d3152be30%40sessionmgr4010&vid=25&hid=4207>

8 ANEXOS

En las páginas siguientes, se muestran los anexos:

Anexo 1 - Cuadro 1 Ejemplos de fuentes de Pérdidas

Tabla 3-Ejemplos de fuentes de Pérdidas
Según el Area a la que Pertenecen

A.-	Administración
1.	Requerimientos innecesarios
2.	Exceso de Control
3.	Falta de Control
4.	Mala Planificación
5.	Excesiva Burocracia
R.-	Uso de Recursos
1.	Exceso de Cantiad
2.	Falta de Cantidad
3.	Mal uso
4.	Mala Distribución
5.	Mala Calidad
6.	Disponibilidad
I.-	Sistemas de Información
1.	No Necesaria
2.	Defectuosa
3.	Atrasada
4.	Poco Clara

Fuente: (Alarcón, Luis. 1997:40)

Fuente (Porras, Hernán et al. 2014: 37)

Anexo 3 - Cuadro 2: Lista de Proyectos que emplearon Last Planner System.

Table 1. List of Case Studies

Case	Reference	Project	Type of project
C1	Garza and Leong (2000)	Advanced Communication and Information Technology Center (ACITC) at Virginia Tech	Institutional
C2	Ballard (2000)	Center for Clinical Services Research, Stanford University	Institutional
C3	Ballard (2000)	Texas showplace project	Commercial
C4	Fiallo and Revelo (2002)	102 one family units: housing project	Residential
C5	Nielsen and Thomassen (2004)	3 schools in Skelskor: refurbishment and new build	Institutional
C6	Kim et al. (2007); Kim and Jang (2005)	Seoul subway project	Transportation
C7	Kim et al. (2007); Kim and Jang (2005)	Busan subway project	Transportation
C8	Arbulu and Soto (2006)	Central bus station project	Institutional
C9	Salem et al. (2005); Salem and Solomon (2006)	Four-floor university parking garage	Commercial
C10	Ansell et al. (2007)	3 miles of carriageway renewal	Transportation
C11	Jang et al. (2007)	Nam Chun Highway project	Transportation
C12	Jang et al. (2007)	Seoul Ring Road project	Transportation
C13	Kemmer et al. (2007)	17-story residential building	Residential
C14	Simonsson and Emborg (2007)	Industrial bridge construction	Industry
C15	Sterzi et al. (2007)	Construction and refurbishment of an industrial building for a steel manufacturer	Industry
C16	Sterzi et al. (2007)	Industrial building for a car manufacturer	Industry
C17	Sterzi et al. (2007)	Construction and refurbishment of an industrial building for a car manufacturer	Industry
C18	Ballard et al. (2007)	Air Products: Large chemical plant	Industry
C19	Ballard et al. (2007)	Heathrow Terminal 5 building: civil phase (British)	Commercial
C20	AlSehaimi et al. (2009)	Faculty of business and administration building	Institutional
C21	AlSehaimi et al. (2009)	General classrooms and laboratories	Institutional
C22	Ballard et al. (2009)	New town development	Residential
C23	Hamzeh et al. (2009)	Cathedral Hill Hospital project	Health Care
C24	Liu and Ballard (2009)	Pipeline for an oil refinery plant	Industry
C25	Olano et al. (2009)	Leaching pad construction	Transportation
C26	Olano et al. (2009)	7.1 km highway construction	Transportation

Fuente : (Fernandez-Solis, J. L., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z. K., Son, K., & Lagoo, N. 2013: 356)

Anexo 4 - Cuadro 3: Criterios empleados en la encuesta.

C01: Lack of human capital: lack of understanding of new system, difficulty in making quality assignments, or lack of skills and experience
S01: In my organization, people are not skilled at using LPS
S02: In my organization, people do not have enough knowledge in using LPS for planning and control purposes
S03: In my organization, people do not have enough experience in using LPS for planning and control purposes
S04: In my organization, people find it hard to use the LPS
C02: Lack of leadership or failure of management commitment or organizational climate for implementing and using LPS
S05: There is no strong leadership in my organization
S06: Management in my organization is not committed
S07: My organization does not provide a positive climate
S08: My organization does not offer incentives to last planners (example: foreman, supervisor, or project engineer)
S09: My organization faces internal conflicts (example: resistance to change or lack of training)
C03: Lack of stakeholder support in implementing and using LPS
S10: My organization faces external conflicts (example: lack of client or subcontractor support)
S11: My organization does not get good support from the owner (client)
S12: My organization does not get encouragement from the owner (client)
S13: In my organization, people refuse to include subcontractors in planning
C04: Organizational inertia, resistance to change, or "This is how I've always done it" attitude
S14: In my organization, people are reluctant to implement and use LPS for planning and control purposes
S15: In my organization, people are unwilling to change when new systems are introduced
S16: Standard procedures of my organization make it difficult to implement and use a new system such as LPS
C05: Contracting and legal issues or contractual structure
S17: My organization faces contractual issues when implementing and using LPS
S18: My organization faces legal issues when implementing and using LPS
C06: Lack of commitment to LPS implementation or attitude toward new systems
S19: In my organization, people refuse to assume commitments themselves
C07: Bad team chemistry or lack of collaboration
S20: In my organization, people find it difficult to collaborate with the teams from other organizations during the WWP meetings

Fig. 1. Statements included in the survey questionnaire

Fuente : (Fernandez-Solis, J. L., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z. K., Son, K., & Lagoo, N. 2013: 358)

Anexo 5 - Cuadro 4: Análisis de causa.

Fuente (Paśławski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja.2016: 543).

Anexo 6 - Cuadro 5: Sectorización del trabajo.

Figure 7. Working plots division.

Anexo 7 - Gráfico 2: Costos y ahorros encofrado columnas.

Figure 11. Costs and savings of column formwork.

Fuente: (Pasałowski, J., P. Nowotarski, y J. Matyja. 2016: 545)

Anexo 8 - Cuadro 6: Liberación de restricciones.

Tabla N° 1 Liberación de las restricciones

¿Están disponibles los recursos?

Actividad	Diseño	Materiales	Mano de obra	Equipos	Prerrequisitos
A	Sí	No	Sí	No	Sí
B	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
C	Sí	Sí	No	Sí	No
D	Sí	No	Sí	Sí	No

Fuente: Campero y Alarcón, Administración de Proyectos Civiles.

Fuente : (Andrade M. y Arrieta B. 2010: 39)

Anexo 9 - Gráfico 3: Niveles del sistema del último planificador.

Fuente (Pavez, I. , González, V. y Alarcón, L. F 2010: 32)

Anexo 10 - Cuadro 7: CNC generales de obra y subcontrato.

Tabla N° 4 CNC generales de obra y subcontrato al 14 de octubre Fuente: Elaboración propia						
CNC	Parciales obra	Parciales otros subcs.	Parciales subcontrato capacitado	Porcentaje obra	Porcentaje subcontrato	Incidencia del subcontrato
Falta material	20	3	17	4	43	85%
Falta M.O	16	16	0	3	0	0%
Cambio de proyecto	17	11	6	3	15	35%
Falta eq/herr	3	3	0	1	0	0%
Mala est. Rendimiento	7	7	0	1	0	0%
Falla subcontrato	373	361	12	67	30	3%
Problemas de pago	25	24	1	4	3	4%
Otros	97	93	4	17	10	4%
Total	558	518	40	100	100	

Fuente : (Andrade M. y Arrieta B. 2010: 47

Anexo 11 - Gráfico 4: Evolución de las causas de no cumplimiento.

Figure 3. Evolution of causes for noncompletion in projects.

Fuente (Alarcón, Luis et al. 2008:28).

Anexo 12 - Gráfico 5: Causas de falta de cumplimiento en proyectos con PPC > 65%

Figura 4. Causes for noncompletion in projects with PPC > 65%

Fuente : (Alarcón, Luis et al. 2008:29)

Anexo 13 - Gráfico 6: Causas de falta de cumplimiento en proyectos con PPC <65%

Figure 5. Causes for noncompletion in projects with PPC < 65%

Figure 5. Causes for noncompletion in projects with PPC < 65%

Fuente : (Alarcón, Luis et al. 2008:29)

Anexo 14 - Cuadro 8: Comparación Planificación Tradicional y Planificación con Last Planner System.

Criterios de comparación	Planificación Tradicional	Planificación con LPS
Gestión de recursos	Considera ejecutar lo que se tiene que hacer, sin considerar los recursos disponibles.	Considera ejecutar lo que se puede hacer en base a los recursos disponibles.
Niveles empleados en la programación	No considera una programación semanal y diaria al detalle.	Sí considera una programación semanal y diaria al detalle.
Análisis de restricciones	No analiza restricciones que impidan el flujo de procesos.	Analiza restricciones y el levantamiento de las mismas.
Control de Responsables	No controla a los últimos responsables de cada tarea.	Controla y designa a los últimos responsables de cada tarea.
Control de Ruta crítica y secuencia de actividades	Controla la ruta crítica y secuencia de actividades.	Controla la ruta crítica y secuencia de actividades.
Porcentaje de plan cumplido semanal empleado	No emplea el porcentaje de plan cumplido semanal.	Emplea el porcentaje de plan cumplido semanal.
Impacto en el costo	Mayores costos por retrasos, sobretiempos, retrabajos, desperdicio e improductividades.	Menores costos por por retrasos, sobretiempos, retrabajos, desperdicio e improductividades.
Gestión del Tiempo	Reactiva.	Dinámica, proactiva y anticipada.
Integración de las áreas de trabajo	Los constructores de procesos superiores sólo intervienen una vez que se ha terminado sustancialmente el diseño.	Todos los miembros del equipo trabajan bajo objetivos compartidos ;A demás, entienden lo que el cliente quiere desde el comienzo hasta el fin, entienden la forma secuencial en la que se llevará a cabo el proyecto de construcción y entienden los medios para poder cumplirlo

Fuente Propia

Anexo 15 - Cuadro 10: Valoración para comparación de herramientas del Lean Construction.

Herramientas Lean	Mejorar la estandarización de procesos (planificación anticipándose a imprevistos)	Mejorar la eficiencia en el control de la secuencia de actividades(ruta crítica)	Mejorar el abastecimiento de recursos	Mejorar la distribución de recursos	
5S	0	0	0	0	0
Integrated Project Delivery	0	0	2	2	4
Value Stream Mapping	0	1	1	1	3
Kanban	0	1	1	1	3
Last Planner	3	3	3	2	11
Porcentaje de Plan Cumplido	1	2	2	2	7
BIM	0	0	0	0	0

Fuente Propia

Anexo 16 - Cuadro 11: Porcentajes obtenidos del juicio de expertos para comparación de herramientas del Lean Construction.

Herramientas	Valoración	% Porcentaje
Last Planner	11	39%
Porcentaje de Plan Cumplido	7	25%
Integrated Project Delivery	4	14%
Value Stream Mapping	3	11%
Kanban	3	11%
5S	0	0%
Bulding Information Modelling	0	0%

Fuente Propia

Anexo 17 - Cuadro 12: Resumen Comparativo de Metodologías

Criterios de comparación	Lean Construction	Seis Sigma
Variabilidad de los productos	Considera la alta variabilidad de los productos de construcción (productos únicos).	Esta metodología no aplica, pues no admite alta variabilidad de los productos .
Incertidumbre	Considera que los procesos de construcción poseen alta incertidumbre debido a factores impredecibles.	No aplica a procesos de construcción pues esta metodología no admite alta incertidumbre.
Estandarización	Considera que un proceso de construcción no es estándar.	No aplica a procesos de construcción, pues esta metodología, no admite procesos no estandarizables.
Especificaciones Técnicas	Considera, que las especificaciones en los procesos de construcción, son relativas a condiciones propias de un proyecto de construcción particular.	No aplica a procesos de construcción, pues esta metodología señala que el producto, debe encontrarse dentro de especificaciones definidas.
Personas	Considera, que los procesos de construcción dependen mucho del componente humano.	No aplica a procesos de construcción, pues en estos procesos hay gran participación de personal, mientras que en los procesos de manufactura que ve seis sigma , por lo general, hay una alta participación de equipos y máquinas, en vez de personas.

Fuente Propia

Anexo 18 - Cuadro 13: Lista de restricciones en la primera semana y segunda semana.

Table 1. List of Constraints of the First Week

Subproject number	Activity	Constraints
6806002	LX1 cooling water pump shutdown (FTs)	Pending to complete electric works and confirm by Operations Department
6806003	Install new orifice plate for FE6830208	Lack of design, materials, and contractors
6906001	CO analyzer for caloric HO furnace	Pending to Operations Department
8106001	Cold box purge to H81200	Lack of contractors and materials
8806001	LX2 cooling water pump shutdown	Pending to Operations Department
6306002	Install new FQI in demineralised water lances	Lack of materials
6306003	DPC addition pump reliability	Pending to overhaul
6605006	Refrigeration system	Lack of design
6605003	Change of valves IRIS	Pending to Operations Department
6606004	New sump pump N-66724	Pending to assemble valve FV-82206-95.
6105007	Change CPUs of PLC TMR POX	Pending to overhaul

Table 2. List of Constraints and Classification for the Second Week

Subproject number	Activity	Constraint	Classification
6806002	LX1 cooling water pump shutdown (FTs)	Pending to complete electric works and confirm by Operations Department	Action: Coordination with Operations Department
6806003	Install new orifice plate for FE6830208	Pending to Operations Department	No action: On hold
6906001	CO analyzer for caloric HO furnace	Lack of materials	No action: Work in progress
8106001	Cold box purge to H81200	Pending to Operations Department	Action: Coordination with Operations Department (LTO)
8806001	LX2 cooling water pump shutdown	Lack of materials	No action: Work in progress
6306002	Install new FQI in demineralized water lances	Pending to overhaul	No action: On hold
6306003	DPC addition pump reliability	Lack of design	No action: Work in progress
6605006	Refrigeration system	Pending to Operations Department	No action: On hold
6605003	Change of valves IRIS	Pending to Operations Department	Action: Coordination with Operations Department
6606004	New sump pump N-66724	Pending to assemble valve FV-82206-95	No action: On hold
6105007	Change CPUs of PLC TMR POX	Pending to overhaul	No action: On hold

290 / JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT © ASCE / FEBRUARY 2012

Fuente: (Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. 2012: 290)

Anexo 19 - Cuadro 14: Lista de restricciones en la tercera semana.

Table 3. List of Constraints and Classification for the Third, Fourth, Fifth, and Sixth Week

Subproject number	Activity	Constraint	Classification
Third week			
6806002	LX1 cooling water pump shutdown (FTs)	Pending to complete electric works and confirm by Operations Department	No Action: On hold
Fourth week			
8205010	Signal from compressors operation to DCS	Lack of protection relays K-85340A/B	Action: Coordination with Operations Department
Fifth week			
8205010	Signal from compressors operation to DCS	Lack of protection relays K-85340A/B	Action: Coordination with Operations Department
6805001	Blackwash filtration system for effluent line	Lack of design	Action: Coordination with Operations Department
8305003	Change ISOLOCKS	Lack of materials	No action: Work in progress
7006027	Isolation of V210 & V350 from MS during cleaning	Repair pumps	Action: Coordination with Operations Department
Sixth week			
8205010	Signal from compressors operation to DCS	Lack of protection relays K-85340A/B	Action: Coordination with Operations Department
7006027	Isolation of V210 & V350 from MS during cleaning	Lack of design	Action: Coordination with Operations Department
8205021	Cyclon washing	Lack of T3 of signs	Action: Coordination with Operations Department
7005017	Polymerizer unit for laboratory	Lack of materials	No action: Work in progress
7000616	Chute side feeder	Pending to Operations Department	Action: Coordination with Operations Department

Fuente: (Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. 2012: 291)

Anexo 20 - Gráfico 7: Planificación Tradicional.

Figura 5. Planificación usual. Tomada de *Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas*, Alarcón L.F.

Figura 6. Sistema tradicional de planificación. Tomada de *Application of the new production philosophy to construction*, Koskela, L.

Fuente : (Porras, Hernán et al. 2014:39;40)

Anexo 21 - Gráfico 8: Planificación Lean.

Figura 7. Sistema de Planificación Lean. Tomada de *Application of the new production philosophy to construction*, Koskela, L.

Figura 8. Sistema de planificación Lean. Tomada de *Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas*, Alarcón L.F.

Fuente : (Porras, Hernán et al. 2014:39;40)

Anexo 22 - Cuadro 15: Tipos de Buffer

Table 1. Types of Buffer Defined

Type of buffer	Definition
Inventory	Buffers of physical material stockpiles (Horman and Thomas 2005); large buffers of inventory can lead to congestion, which impedes performance, but material stockpiles that are too low can lead to stopped, slowed, or disrupted production.
Capacity	Buffers of additional manpower or equipment provided to an operation beyond the anticipated need for completion (Horman and Thomas 2005); additional capacity gives an operation the ability to rapidly respond to situations caused by uncertainty and variability; too much capacity buffer can also result in inefficient labor and equipment use.
Plan	Buffers that are inventories or backlogs of workable assignments (Ballard and Howell 1995); a plan buffer provides alternative tasks for crews to perform that keep them working in the right sequence when the main tasks planned cannot be performed or when assignments are completed sooner than expected.
Time	Buffer that takes the form of additional time added into a task to protect against uncertainty and to absorb variation; the concept of float is one such use of a time buffer and is seen in the critical path method. Float provides some flexibility in determining start dates for activities, without delaying the project's completion (Alves and Tommelein 2004). A similar example is the use of a deliberate pause or time lag inserted between steps in an operation (Horman and Thomas 2005). Lee et al. (2006) point out that time buffers have been used mainly as a contingency such as adding a percentage of the activity duration at the end of the activity to accommodate uncertain and variable conditions.
Financial	Money in construction project budget reserved to pay for unforeseen design or construction costs (Risner 2010).

Fuente (Russell, M. M., Howell, G., Hsiang, S. M., & Liu, M. 2013: 04013008-2)

Anexo 23 - Cuadro 16: Top de las causas severas más frecuentes para planificar tiempo Buffer.

Table 4. Overall Top 12 Most Frequent and Severe Causes of Time Buffers

Cause	Average frequency	Category
Project complexity	3.90	Project characteristics
Complexity of trade task	3.79	Project characteristics
Quality of documents	3.54	Detailed design/working method
Size of project	3.32	Project characteristics
Required coordination with trades	3.23	Management/supervision/information flow
Contract period	3.11	Project characteristics
Design constructability	3.01	Detailed design/working method
Tendency for scope changes	2.93	Management/supervision/information flow
Material transfer distance	2.90	Work/jobsite conditions
Material transfer method	2.88	Work/jobsite conditions
Work area access	2.84	Work/jobsite conditions
Weather/climate	2.84	Weather

Fuente : (Russell, M. M., Howell, G., Hsiang, S. M., & Liu, M. 2013: 04013008-6)

Anexo 24 - Cuadro 17: Severidad promedio.

Cause	Average severity	Category
Quality of documents	2.14	Detailed design/working method
Project complexity	1.93	Project characteristics
Complexity of trade task	1.91	Project characteristics
Tendency for scope changes	1.61	Management/supervision/information flow
Weather/climate	1.56	Weather
Design constructability	1.44	Detailed design/working method
Size of project	1.41	Project characteristics
Work area access	1.35	Work/jobsite conditions
Strict specification requirements	1.34	Detailed design/working method
Quality control requirements	1.24	Detailed design/working method
Low degree of repetition	1.24	Detailed design/working method
Late materials	1.24	Materials and components

Fuente: (Russell, M. M., Howell, G., Hsiang, S. M., & Liu, M. 2013: 04013008-6)

Anexo 25 - Gráfico 9: Modelo tradicional de ejecución de proyectos vs modelo integrado

Figura 10. Modelo tradicional de ejecución de proyectos vs modelo integrado
Tomada de <http://innovatecbuild.com/category/construction/>.

Fuente: (Porras, Hernán et al. 2014:44)

Anexo 26 - Gráfico 10: Fases del bucle de compromiso.

Figure 1: the Action Workflow (promise) cycle (after Flores)

Fuente (Viana, D. D., Formoso, C. T., & Isatto, E. L. 2011:57)

Anexo 27 - Gráfico 11: Lista de símbolos adoptados para mapear una red de compromisos.

Figure 2 - Networks of commitments to remove material and equipment constraints

Table 2 - Symbols adopted for mapping the network of commitments

Failure on the loop phase		Workflow loop
Breakdown		Hidden workflow loop
Causal relationship between loops		Previous system evaluation by the actor
Conditional relationship between loops		Previous problem perception by the actor
Verbal communication		Communication through the work packages document
Communication through internal system		Indicates that different paths can lead to the same point

Fuente (Viana, D. D., Formoso, C. T., & Isatto, E. L. 2011: 56)

Anexo 28 - Gráfico 12: Matriz de evaluación de Riesgos.

		Frequency or Likelihood				
		Rare	Unlikely	Possible	Likely	Certain
Severity	Catastrophic	M	H	E	E	E
	Major	M	H	H	E	E
	Moderate	L	M	H	H	E
	Minor	L	L	M	H	H
	Low	L	L	L	M	M

Key: L = Low M = Moderate H = High E = Extreme

Fig. 1. Risk assessment matrix

Fuente : (Wambeke, B. W., Liu, M., & Hsiang, S. M. 2012:492)

Anexo 29 - Gráfico 13: Pareto de causas de variación.

Fig. 4. Pareto chart of causes of variation

Fuente: (Wambeke, B. W., Liu, M., & Hsiang, S. M. 2012:495)

Anexo 30 - Gráfico 14: Causas de variación del riesgo.

Fig. 5. Causes of variation for 16-week LPS project

Fuente: (Wambeke, B. W., Liu, M., & Hsiang, S. M. 2012:496)

Anexo 31 - Cuadro 18: Schedule and Cost Performance from CV and SV.

Table 1. Schedule and Cost Performance from CV and SV

Variance	(-)	0	(+)
CV	Cost overrun	On budget	Cost underrun
SV	Behind schedule	On schedule	Ahead of schedule

Fuente : (Kim, Y., & Ballard, G. 2010:224)

Anexo 32 - Gráfico 15: Mapa de procesos de la organización Objetivo

Fuente Propia

Anexo 33 - Gráfico 16: Organigrama del Proyecto

Fuente Propia

Anexo 34 - Gráfico 17: Flujograma proceso de construcción de la organización objetivo.

Fuente Propia

Anexo 35 - Gráfico 18: DOP proceso de construcción de la organización objetivo

Fuente Propia

Anexo 36 - Gráfico 19: Actividades del frente de la presa de relaves.

Elevacion Presa Niv.(Nivel) 4115 : 3A, 2B, 3B, curb de concreto, muro de concreto, Concreto asfaltico, morrena
Actividades Provisionales
Relleno de 3B
Construcción de muro de concreto
Relleno de Enrocado Grueso/Enrocad (Intrusivo)
Relleno de transición 3A
Relleno de filtros 2B
Relleno de Morrena
Concreto Asfaltico
Capa de rodadura en cresta
Construcción de curb de concreto en la cara aguas arriba de la presa
Revestimiento con geomembrana
Reparacion de geomembrana existente e instalacion de geomembrana
Sistema de Drenaje por Gravedad (Estribo derecho e izquierdo)
Tuberia 315mm, 355mm 200mm
Sistema de Drenaje por Bombeo (Estribos derecho e izquierdo)
Tuberia 315mm, 355mm
Caminos y Rampas de Acceso
Rampas de acceso estribo derecho e izquierdo
Sistema de Distribucion de Relaves
Transporte de Relaves
Manejo de Aguas Superficiales
Pozas de Infiltracion
Cajas de Transicion
Canal de Derivacion
Obra de Descarga
Berma de Seguridad

Fuente Propia

Anexo 37 - Gráfico 20: Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 1 de 3

Anexo 38 - Gráfico 21: Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 2 de 3

Anexo 39 - Gráfico 22: Diagrama de Gantt del Proyecto en Estudio 3 de 3

Fuente Propia

Anexo 40 - Gráfico 23: Curva S Presa de Relaves.

Fuente Propia

Anexo 41 - Cuadro 19: Tabla de cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.

[illegible]

Elaboración Propia

Anexo 42 - Cuadro 20: Vista Ampliada 1 de la tabla cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.

STAFF	2015																							
CATEGORIA	Mes	Setiembre		Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				
	Sem	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		24-09-15	01-10-15	08-10-15	15-10-15	22-10-15	29-10-15	05-11-15	12-11-15	19-11-15	26-11-15	03-12-15	10-12-15	17-12-15	24-12-15	31-12-15	07-01-16	14-01-16	21-01-16	28-01-16	04-02-16	11-02-16	18-02-16	25-02-16
SUB TOTAL MOD	LB. 1																							188
	LB. 0	0	106	297	277	266	288	288	280	269	250	278	269	230	239	330	349	349	349	321	312	308	308	
	Fc																							
	Act	18	45	73	121	145	170	182	234	268	268	335	343	358	358	369	467	489	499	454	464	491	491	507

Elaboración Propia

Anexo 43 - Cuadro 21: Vista Ampliada 2 de la tabla cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016:

2016																																
Marzo					Abril				Mayo				Junio					Julio				Agosto				Setiembre					Octubre	
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
03-03-16	10-03-16	17-03-16	24-03-16	31-03-16	07-04-16	14-04-16	21-04-16	28-04-16	05-05-16	12-05-16	19-05-16	26-05-16	02-06-16	09-06-16	16-06-16	23-06-16	30-06-16	07-07-16	14-07-16	21-07-16	28-07-16	04-08-16	11-08-16	18-08-16	25-08-16	01-09-16	08-09-16	15-09-16	22-09-16	29-09-16	06-10-16	13-10-16
205	209	244	234	239	290	308	317	370	374	270	243	250	217	184	134	79	71	80	76	106	74	16	18	12	0	0	0	0	0	0	0	
												402	404	404	404	404	404	404	404	404	404	206	206	206	206	156	156	156	26	20	16	0
520	520	473	478	467	453	444	443	394	388	402	386																					

Elaboración Propia

Anexo 44 - Gráfico 24: Histograma Mano de Obra – Área Presa de Relaves

Elaboración Propia.

Anexo 45 - Cuadro 22: Tabla de cantidad de personal en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016

CATEGORIA	2015																			2016																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	Mes	Setiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto			Setiembre			Octubre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	Sem	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
TOTAL	18.1	24.05	31.05	38.05	45.05	52.05	59.05	66.15	73.15	80.15	87.15	94.15	101.15	108.15	115.15	122.15	129.15	136.15	143.15	150.15	157.15	164.15	171.15	178.15	185.15	192.15	199.15	206.15	213.15	220.15	227.15	234.15	241.15	248.15	255.15	262.15	269.15	276.15	283.15	290.15	297.15	304.15	311.15	318.15	325.15	332.15	339.15	346.15	353.15	360.15	367.15	374.15	381.15	388.15	395.15	402.15	409.15	416.15	423.15	430.15	437.15	444.15	451.15	458.15	465.15	472.15	479.15	486.15	493.15	500.15	507.15	514.15	521.15	528.15	535.15	542.15	549.15	556.15	563.15	570.15	577.15	584.15	591.15	598.15	605.15	612.15	619.15	626.15	633.15	640.15	647.15	654.15	661.15	668.15	675.15	682.15	689.15	696.15	703.15	710.15	717.15	724.15	731.15	738.15	745.15	752.15	759.15	766.15	773.15	780.15	787.15	794.15	801.15	808.15	815.15	822.15	829.15	836.15	843.15	850.15	857.15	864.15	871.15	878.15	885.15	892.15	899.15	906.15	913.15	920.15	927.15	934.15	941.15	948.15	955.15	962.15	969.15	976.15	983.15	990.15	997.15	1004.15	1011.15	1018.15	1025.15	1032.15	1039.15	1046.15	1053.15	1060.15	1067.15	1074.15	1081.15	1088.15	1095.15	1102.15	1109.15	1116.15	1123.15	1130.15	1137.15	1144.15	1151.15	1158.15	1165.15	1172.15	1179.15	1186.15	1193.15	1200.15	1207.15	1214.15	1221.15	1228.15	1235.15	1242.15	1249.15	1256.15	1263.15	1270.15	1277.15	1284.15	1291.15	1298.15	1305.15	1312.15	1319.15	1326.15	1333.15	1340.15	1347.15	1354.15	1361.15	1368.15	1375.15	1382.15	1389.15	1396.15	1403.15	1410.15	1417.15	1424.15	1431.15	1438.15	1445.15	1452.15	1459.15	1466.15	1473.15	1480.15	1487.15	1494.15	1501.15	1508.15	1515.15	1522.15	1529.15	1536.15	1543.15	1550.15	1557.15	1564.15	1571.15	1578.15	1585.15	1592.15	1599.15	1606.15	1613.15	1620.15	1627.15	1634.15	1641.15	1648.15	1655.15	1662.15	1669.15	1676.15	1683.15	1690.15	1697.15	1704.15	1711.15	1718.15	1725.15	1732.15	1739.15	1746.15	1753.15	1760.15	1767.15	1774.15	1781.15	1788.15	1795.15	1802.15	1809.15	1816.15	1823.15	1830.15	1837.15	1844.15	1851.15	1858.15	1865.15	1872.15	1879.15	1886.15	1893.15	1900.15	1907.15	1914.15	1921.15	1928.15	1935.15	1942.15	1949.15	1956.15	1963.15	1970.15	1977.15	1984.15	1991.15	1998.15	2005.15	2012.15	2019.15	2026.15	2033.15	2040.15	2047.15	2054.15	2061.15	2068.15	2075.15	2082.15	2089.15	2096.15	2103.15	2110.15	2117.15	2124.15	2131.15	2138.15	2145.15	2152.15	2159.15	2166.15	2173.15	2180.15	2187.15	2194.15	2201.15	2208.15	2215.15	2222.15	2229.15	2236.15	2243.15	2250.15	2257.15	2264.15	2271.15	2278.15	2285.15	2292.15	2299.15	2306.15	2313.15	2320.15	2327.15	2334.15	2341.15	2348.15	2355.15	2362.15	2369.15	2376.15	2383.15	2390.15	2397.15	2404.15	2411.15	2418.15	2425.15	2432.15	2439.15	2446.15	2453.15	2460.15	2467.15	2474.15	2481.15	2488.15	2495.15	2502.15	2509.15	2516.15	2523.15	2530.15	2537.15	2544.15	2551.15	2558.15	2565.15	2572.15	2579.15	2586.15	2593.15	2600.15	2607.15	2614.15	2621.15	2628.15	2635.15	2642.15	2649.15	2656.15	2663.15	2670.15	2677.15	2684.15	2691.15	2698.15	2705.15	2712.15	2719.15	2726.15	2733.15	2740.15	2747.15	2754.15	2761.15	2768.15	2775.15	2782.15	2789.15	2796.15	2803.15	2810.15	2817.15	2824.15	2831.15	2838.15	2845.15	2852.15	2859.15	2866.15	2873.15	2880.15	2887.15	2894.15	2901.15	2908.15	2915.15	2922.15	2929.15	2936.15	2943.15	2950.15	2957.15	2964.15	2971.15	2978.15	2985.15	2992.15	2999.15	3006.15	3013.15	3020.15	3027.15	3034.15	3041.15	3048.15	3055.15	3062.15	3069.15	3076.15	3083.15	3090.15	3097.15	3104.15	3111.15	3118.15	3125.15	3132.15	3139.15	3146.15	3153.15	3160.15	3167.15	3174.15	3181.15	3188.15	3195.15	3202.15	3209.15	3216.15	3223.15	3230.15	3237.15	3244.15	3251.15	3258.15	3265.15	3272.15	3279.15	3286.15	3293.15	3300.15	3307.15	3314.15	3321.15	3328.15	3335.15	3342.15	3349.15	3356.15	3363.15	3370.15	3377.15	3384.15	3391.15	3398.15	3405.15	3412.15	3419.15	3426.15	3433.15	3440.15	3447.15	3454.15	3461.15	3468.15	3475.15	3482.15	3489.15	3496.15	3503.15	3510.15	3517.15	3524.15	3531.15	3538.15	3545.15	3552.15	3559.15	3566.15	3573.15	3580.15	3587.15	3594.15	3601.15	3608.15	3615.15	3622.15	3629.15	3636.15	3643.15	3650.15	3657.15	3664.15	3671.15	3678.15	3685.15	3692.15	3699.15	3706.15	3713.15	3720.15	3727.15	3734.15	3741.15	3748.15	3755.15	3762.15	3769.15	3776.15	3783.15	3790.15	3797.15	3804.15	3811.15	3818.15	3825.15	3832.15	3839.15	3846.15	3853.15	3860.15	3867.15	3874.15	3881.15	3888.15	3895.15	3902.15	3909.15	3916.15	3923.15	3930.15	3937.15	3944.15	3951.15	3958.15	3965.15	3972.15	3979.15	3986.15	3993.15	4000.15	4007.15	4014.15	4021.15	4028.15	4035.15	4042.15	4049.15	4056.15	4063.15	4070.15	4077.15	4084.15	4091.15	4098.15	4105.15	4112.15	4119.15	4126.15	4133.15	4140.15	4147.15	4154.15	4161.15	4168.15	4175.15	4182.15	4189.15	4196.15	4203.15	4210.15	4217.15	4224.15	4231.15	4238.15	4245.15	4252.15	4259.15	4266.15	4273.15	4280.15	4287.15	4294.15	4301.15	4308.15	4315.15	4322.15	4329.15	4336.15	4343.15	4350.15	4357.15	4364.15	4371.15	4378.15	4385.15	4392.15	4399.15	4406.15	4413.15	4420.15	4427.15	4434.15	4441.15	4448.15	4455.15	4462.15	4469.15	4476.15	4483.15	4490.15	4497.15	4504.15	4511.15	4518.15	4525.15	4532.15	4539.15	4546.15	4553.15	4560.15	4567.15	4574.15	4581.15	4588.15	4595.15	4602.15	4609.15	4616.15	4623.15	4630.15	4637.15	4644.15	4651.15	4658.15	4665.15	4672.15	4679.15	4686.15	4693.15	4700.15	4707.15	4714.15	4721.15	4728.15	4735.15	4742.15	4749.15	4756.15	4763.15	4770.15	4777.15	4784.15	4791.15	4798.15	4805.15	4812.15	4819.15	4826.15	4833.15	4840.15	4847.15	4854.15	4861.15	4868.15	4875.15	4882.15	4889.15	4896.15	4903.15	4910.15	4917.15	4924.15	4931.15	4938.15	4945.15	4952.15	4959.15	4966.15	4973.15	4980.15	4987.15	4994.15	5001.15	5008.15	5015.15	5022.15	5029.15	5036.15	5043.15	5050.15	5057.15	5064.15	5071.15	5078.15	5085.15	5092.15	5099.15	5106.15	5113.15	5120.15	5127.15	5134.15	5141.15	5148.15	5155.15	5162.15	5169.15	5176.15	5183.15	5190.15	5197.15	5204.15	5211.15	5218.15	5225.15	5232.15	5239.15	5246.15	5253.15	5260.15	5267.15	5274.15	5281.15	5288.15	5295.15	5302.15	5309.15	5316.15	5323.15	5330.15	5337.15	5344.15	5351.15	5358.15	5365.15	5372.15	5379.15	5386.15	5393.15	5400.15	5407.15	5414.15	5421.15	5428.15	5435.15	5442.15	5449.15	5456.15	5463.15	5470.15	5477.15	5484.15	5491.15	5498.15	5505.15	5512.15	5519.15	5526.15	5533.15	5540.15	5547.15	5554.15	5561.15	5568.15	5575.15	5582.15	5589.15	5596.15	5603.15	5610.15	5617.15	5624.15	5631.15	5638.15	5645.15	5652.15	5659.15	5666.15	5673.15	5680.15	5687.15	5694.15	5701.15	5708.15	5715.15	5722.15	5729.15	5736.15	5743.15	5750.15	5757.15	5764.15	5771.15	5778.15	5785.15	5792.15	5799.15	5806.15	5813.15	5820.15	5827.15	5834.15	5841.15	5848.15	5855.15	5862.15	5869.15	5876.15	5883.15	5890.15	5897.15	5904.15	5911.15	5918.15	5925.15	5932.15	5939.15	5946.15	5953.15	5960.15	5967.15	5974.15	5981.15	5988.15	5995.15	6002.15	6009.15	6016.15	6023.15	6030.15	6037.15	6044.15	6051.15	6058.15	6065.15	6072.15	6079.15	6086.15	6093.15	6100.15	6107.15	6114.15	6121.15	6128.15	6135.15	6142.15	6149.15	6156.15	6163.15	6170.15	6177.15	6184.15	6191.15	6198.15	6205.15	6212.15	6219.15	6226.15	6233.15	6240.15	6247.15	6254.15	6261.15	6268.15	6275.15	6282.15	6289.15	6296.15	6303.15	6310.15	6317.15	6324.15	6331.15	6338.15	6345.15	6352.15	6359.15	6366.15	6373.15	6380.15	6387.15	6394.15	6401.15	6408.15	6415.15	6422.15	6429.15	6436.15	6443.15	6450.15	6457.15	6464.15	6471.15	6478.15	6485.15	6492.15	6499.15	6506.15	6513.15	6520.15	6527.15	6534.15	6541.15	6548.15	6555.15	6562.15	6569.15	6576.15	6583.15	6590.15	6597.15	6604.15	6611.15	6618.15	6625.15	6632.15	6639.15	6646.15	6653.15	6660.15	6667.15	6674.15	6681.15	6688.15	6695.15	6702.15	6709.15	6716.15	6723.15	6730.15	6737.15	6744.15	6751.15	6758.15	6765.15	6772.15	6779.15	6786.15	6793.15	6800.15	6807.15	6814.15	6821.15	6828.15	6835.15	6842.15	6849.15	6856.15	6863.15	6870.15	6877.15	6884.15	6891.15	6898.15	6905.15	6912.15	6919.15	6926.15	6933.15	6940.15	6947.15	6954.15	6961.15	6968.15	6975.15

Anexo 46 - Cuadro 23: Vista Ampliada 1 de la tabla cantidad de equipos en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.

CATEGORIA	2015																							
	Mes	Setiembre		Octubre				Noviembre				Diciembre					Enero				Febrero			
	Sem	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		24-09-15	01-10-15	08-10-15	15-10-15	22-10-15	29-10-15	05-11-15	12-11-15	19-11-15	26-11-15	03-12-15	10-12-15	17-12-15	24-12-15	31-12-15	07-01-16	14-01-16	21-01-16	28-01-16	04-02-16	11-02-16	18-02-16	25-02-16
TOTAL	LB.1																							43
	LB.0	0	10	15	39	45	52	49	51	50	48	57	58	71	77	81	81	81	81	72	75	74	74	
	Fc																							
	Act	9	24	28	30	39	39	39	41	42	49	56	67	70	74	77	77	79	79	78	79	76	76	66

Elaboración Propia

Anexo 47 - Cuadro 24: Vista Ampliada 2 de la tabla cantidad de equipos en el periodo de setiembre del 2015 a mayo del 2016.

2016																																
Marzo					Abril				Mayo				Junio					Julio				Agosto				Setiembre					Octubre	
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
03-03-16	10-03-16	17-03-16	24-03-16	31-03-16	07-04-16	14-04-16	21-04-16	28-04-16	05-05-16	12-05-16	19-05-16	26-05-16	02-06-16	09-06-16	16-06-16	23-06-16	30-06-16	07-07-16	14-07-16	21-07-16	28-07-16	04-08-16	11-08-16	18-08-16	25-08-16	01-09-16	08-09-16	15-09-16	22-09-16	29-09-16	06-10-16	13-10-16
46	51	63	69	72	73	73	73	73	85	52	47	50	46	42	29	15	12	13	12	14	12	5	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
												75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	44	44	44	44	33	33	33	6	3	0	0
66	68	68	68	69	69	69	70	70	71	76	79																					

Elaboración Propia

Anexo 48 - Gráfico 25: Histograma Equipos – Área Presa de Relaves

Elaboración Propia

Anexo 49 - Ishikawa

Fuente Propia

Anexo 50 - Gráfico 27: Diagrama de Pareto

Fuente Propia

Anexo 51 - Gráfico 28: Gráfica de sobre costos.

Fuente Propia

Anexo 52 - Cuadro 28: Escala de Comparación pareada

Escala numérica	Escala verbal
1	Igual Importancia
3	Un elemento es moderadamente más importante que el otro.
5	Fuertemente más importante un elemento que el otro.
7	Mucho más fuerte la importancia de un elemento que la del otro.
9	Importancia extrema de un elemento frente al otro.

Fuente Propia

Anexo 53 - Cuadro 29: Tabla No 001 de comparación pareada de los cuatro Criterios.

	Estandarizacion de procesos (Planificación anticipada)	Control de la secuencia de actividades (ruta crítica)	Abastecimiento de recursos	Distribución de recursos	Matriz normalizada				Promedio
Estandarizacion de procesos (Planificación anticipada).	1	7	9	9	0.73255814	0.7	0.80769231	0.5	0.68506261
Control de la secuencia de actividades (ruta crítica).	0.142857143	1	1	1	0.10465116	0.1	0.08974359	0.05555556	0.08748758
Abastecimiento de recursos.	0.111111111	1	1	7	0.08139535	0.1	0.08974359	0.38888889	0.16500696
Distribución de recursos.	0.111111111	1	0.142857143	1	0.08139535	0.1	0.01282051	0.05555556	0.06244285
SUMA	1.365079365	10	11.14285714	18					

Fuente Propia

Anexo 54 - Cuadro 30: Tabla No 002 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 1

CRITERIO : ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS (Planificación anticipada)							
	Teoría de las restricciones	Seis Sigma	Lean Construction	Matriz Normalizada			Promedio
Teoría de las restricciones	1	7	0.33333333	0.24137931	0.41176471	0.23076923	0.29463775
Seis Sigma	0.142857143	1	0.11111111	0.034482759	0.05882353	0.07692308	0.05674312
Lean Construction	3	9	1	0.724137931	0.52941176	0.69230769	0.64861913
SUMA	4.142857143	17	1.444444444				

Fuente Propia

Anexo 55 - Cuadro 31: Tabla No 003 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 2

CRITERIO : CONTROL DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES							
	Teoría de las restricciones	Seis Sigma	Lean Construction	Matriz Normalizada			Promedio
Teoría de las restricciones	1	1	0.33333333	0.24137931	0.05882353	0.23076923	0.17699069
Seis Sigma	1	1	1	0.24137931	0.05882353	0.69230769	0.33083684
Lean Construction	3	1	1	0.72413793	0.05882353	0.69230769	0.49175638
SUMA	5	3	2.33333333				

Fuente Propia

Anexo 56 - Cuadro 32: Tabla No 004 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 3

	CRITERIO : ABASTECIMIENTO DE RECURSOS						
	Teoría de las restricciones	Seis Sigma	Lean Construction	Matriz Normalizada			Promedio
Teoría de las restricciones	1	1	0.2	0.24137931	0.05882353	0.13846154	0.14622146
Seis Sigma	1	1	0.2	0.24137931	0.05882353	0.13846154	0.14622146
Lean Construction	5	5	1	1.206896552	0.29411765	0.69230769	0.7311073
SUMA	7	7	1.4				

Fuente Propia

Anexo 57 - Cuadro 33: Tabla No 005 de comparación pareada de alternativas en base al Criterio 4

	CRITERIO : DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS						
	Teoría de las restricciones	Seis Sigma	Lean Construction	Matriz Normalizada			Promedio
Teoría de las restricciones	1	1	1	0.24137931	0.05882353	0.69230769	0.33083684
Seis Sigma	1	1	1	0.24137931	0.05882353	0.69230769	0.33083684
Lean Construction	1	1	1	0.24137931	0.05882353	0.69230769	0.33083684
SUMA	3	3	3				

Fuente Propia

Anexo 58 - Cuadro 34: Tabla No 006 de resultados de la comparación pareada

Criterios	n	nmáx	IC	IA	RI	Observaciones
Estandarizacion de procesos (Planificación anticipada).	3	3.12216947	0.06108473	0.66	0.09255263	Inconsistencia <=0.1
Control de la secuencia de actividades (ruta crítica).	3	3.02489555	0.01244777	0.66	0.01886026	Inconsistencia <=0.1
Abastecimiento de recursos.	3	3.07065065	0.03532532	0.66	0.05352322	Inconsistencia <=0.1
Distribución de recursos.	3	2.9775316	-	0.66	-	Consistente

Fuente Propia

Anexo 59 - Cuadro 35: Tabla No 007 de decisión en función de los cuatro criterios propuestos para la comparación pareada.

	Estandarizacion de procesos (Planificación anticipada).	Control de la secuencia de actividades (ruta crítica)	Abastecimiento de recursos	Distribución de recursos	Total
Teoría de las restricciones	0.294637749	0.17699069	0.146221459	0.330836844	0.26211575
Seis Sigma	0.056743122	0.330836844	0.146221459	0.330836844	0.11260266
Lean Construction	0.648619129	0.491756384	0.731107297	0.330836844	0.62866348
Ponderación	0.685062612	0.087487577	0.165006957	0.062442854	

Fuente Propia

Anexo 60 - Cuadro 38: Tabla No 010 Comparación Planificación Tradicional y Planificación con Last Planner System

Criterios de comparación	Planificación Tradicional	Planificación con LPS
Gestión de recursos	Considera ejecutar lo que se tiene que hacer, sin considerar los recursos disponibles.	Considera ejecutar lo que se puede hacer en base a los recursos disponibles.
Niveles empleados en la programación	No considera una programación semanal y diaria al detalle.	Sí considera una programación semanal y diaria al detalle.
Análisis de restricciones	No analiza restricciones que impidan el flujo de procesos.	Analiza restricciones y el levantamiento de las mismas.
Control de Responsables	No controla a los últimos responsables de cada tarea.	Controla y designa a los últimos responsables de cada tarea.
Control de Ruta crítica y secuencia de actividades	Controla la ruta crítica y secuencia de actividades.	Controla la ruta crítica y secuencia de actividades.
Porcentaje de plan cumplido semanal empleado	No emplea el porcentaje de plan cumplido semanal.	Emplea el porcentaje de plan cumplido semanal.
Impacto en el costo	Mayores costos por retrasos, sobretiempos, retrabajos, desperdicio e improductividades.	Menores costos por por retrasos, sobretiempos, retrabajos, desperdicio e improductividades.
Gestión del Tiempo	Reactiva.	Dinámica, proactiva y anticipada.
Integración de las áreas de trabajo	Los constructores de procesos superiores sólo intervienen una vez que se ha terminado sustancialmente el diseño.	Todos los miembros del equipo trabajan bajo objetivos compartidos ;A demás, entienden lo que el cliente quiere desde el comienzo hasta el fin, entienden la forma secuencial en la que se llevará a cabo el proyecto de construcción y entienden los medios para poder cumplirlo

Fuente Propia

Anexo 61 - Gráfico 30: Diagrama de Gantt del Cronograma de Implementación de la metodología del Last Planner System y PPC

Fuente propia

Anexo 62 - Gráfico 31: Resumen de la metodología del Last Planner System y PPC(Porcentaje de Plan Cumplido)

Fuente Propia

Anexo 63 - Cuadro No 41 – Ruta crítica

ÍTEM	DESCRIPCIÓN PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO
1.1	Movilización de equipos y materiales a obra
1.9	Mantenimiento de Vías
2.1.2	Relleno de 3B
2.1.4	Relleno de Enrocado Grueso/Enrocad (Intrusivo)
2.1.5	Relleno de transición 3A
2.1.6	Relleno de filtros 2B
2.1.7	Relleno de Morrena
2.1.8	Concreto Asfáltico
2.5.1	Rampas de acceso estribo derecho e izquierdo
2.5.2	Camino acceso Publico
2.6.1	Linea Norte Transporte de Relaves

Fuente Propia

Anexo 64 - Cuadro No 42 que muestra el horizonte de 3 semanas en adelante (semana 40, semana 41, semana 42)

					SEM 39											
					Linea Base	HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
	LB2-1 CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAVES	24-Aug-15	31-Oct-16			463,463.70	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LB2-1.2 CONSTRUCCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIA	10-Sep-15	22-Dec-16			463,464	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LB2-1.2.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES	10-Sep-15	28-Oct-16			139,448	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	Movilización de equipos y materiales a obra							Progr.								
								Gan.								
17	Desmovilización de equipos y facilidades							Progr.								
								Gan.								
18	Facilidades en obra (oficinas talleres y almacenes)							Progr.								
								Gan.								
19	Equipos permanentes (movilizaciones internas en obra de personal)							Progr.								
								Gan.								
20	Señalización en obra							Progr.								
								Gan.								
21	Servicio de vigia, control de tránsito.	04-Oct-15	15-Dec-16	hh	51,866	55,000	1	Progr.	144	144	144	144	144	144	144	1009
							1	Gan.	31	31	31	31	31	31	31	218
22	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh	32,773	40,375	1	Progr.	103	103	103	103	103	103	103	718
							1	Gan.	20	20	20	20	20	20	20	138
23	Trazo y replanteo	17-Sep-15	15-Dec-16	mes	11.00	33,600	1	Progr.	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.203
							1	Gan.	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.046
24	Mantenimiento de Vías	03-Oct-15	15-Dec-16	mes	11.00	6,131	1	Progr.	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.214
							1	Gan.	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.046
25	Operacion de Garza	01-Nov-15	15-Dec-16	mes	0.53	2,880	1	Progr.	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.009
							1	Gan.	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.009
26	Tratamiento en Botaderos	01-Nov-15	15-Dec-16	m3	130,000	1,462	1	Progr.	315	315	315	315	315	315	315	2203
							1	Gan.	315	315	315	315	315	315	315	2203
	LB2-1.2.2 ELEVACIÓN 4115 Y OBRAS COMPLEMENTARI	25-Sep-15	22-Dec-16			324,016		-	-	-	-	-	-	-	-	
	LB2-1.2.2.1 ELEVACION PRESA NIV. 4115: 3A, 2B, 3B, CU	25-Sep-15	13-Sep-16			226,028		-	-	-	-	-	-	-	-	

Fuente propia

Anexo 65 - Cuadro No 43 horizonte de 3 semanas en adelante 1 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.

				SEM 40								SEM 41								SEM 42										
				Línea Base	HH	20-May-16	21-May-16	22-May-16	23-May-16	24-May-16	25-May-16	26-May-16	Total Sem	27-May-16	28-May-16	29-May-16	30-May-16	31-May-16	01-Jun-16	02-Jun-16	Total Sem	03-Jun-16	04-Jun-16	05-Jun-16	06-Jun-16	07-Jun-16	08-Jun-16	09-Jun-16	Total Sem	
						V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J		
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH																								
LB2-1	CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAYES	24-Aug-15	31-Oct-16			463,463.70	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
LB2-1.2	CONSTRUCCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	10-Sep-15	22-Dec-16			463,464	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
LB2-1.2.1	ACTIVIDADES PRELIMINARES	10-Sep-15	28-Oct-16			139,448	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
16	Movilización de equipos y materiales a obra																													
17	Desmovilización de equipos y facilidades																													
18	Facilidades en obra (oficinas talleres y almacenes)																													
19	Equipos permanentes (movilizaciones internas en obra de personal)																													
20	Señalización en obra																													
21	Servicio de vigia, control de tránsito.	04-Oct-15	15-Dec-16	hh	51,866	55,000	50	50	50	50	50	50	350	50	50	50	50	50	50	350	60	60	60	60	60	60	60	420		
22	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh	32,773	40,375	35	35	35	35	35	35	245	35	35	35	35	35	35	245	35	35	35	35	35	35	35	245		
23	Trazo y replanteo	17-Sep-15	15-Dec-16	mes	11.00	33,600	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.169	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.272	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.272		
24	Mantenimiento de Vías	03-Oct-15	15-Dec-16	mes	11.00	6,131	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.070	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.070	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.070		
25	Operacion de Garza	01-Nov-15	15-Dec-16	mes	0.53	2,880	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003		
26	Tratamiento en Botaderos	01-Nov-15	15-Dec-16	m3	130,000	1,462	315	315	315	315	315	315	2203	315	315	315	315	315	315	2203	315	315	315	315	315	315	315	2203		
LB2-1.2.2	ELEVACIÓN 4115 Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	25-Sep-15	22-Dec-16			324,016	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
LB2-1.2.2.1	ELEVACION PRESA NIV. 4115: 3A, 2B, 3B	25-Sep-15	13-Sep-16			226,028	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
LB2-1.2.2.1.1	Actividades Provisionales	25-Sep-15	09-Dec-15			40,233	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-			
31	Construccion de pozos y estructuras de control ambiental para P	25-Sep-15	26-Nov-15	glb	1.00	1,021																								
32	Facilidades para Planta de Asfalto	03-Oct-15	03-Dec-15	glb	1.00	4,577																								
27	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh																										

Fuente propia

Anexo 66 - Cuadro No 44 horizonte de 3 semanas en adelante 2 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.

				Linea Base		HH	SEM 40								SEM 41								SEM 42							
							20-May-16	21-May-16	22-May-16	23-May-16	24-May-16	25-May-16	26-May-16	Total Sem	27-May-16	28-May-16	29-May-16	30-May-16	31-May-16	01-Jun-16	02-Jun-16	Total Sem	03-Jun-16	04-Jun-16	05-Jun-16	06-Jun-16	07-Jun-16	08-Jun-16	09-Jun-16	Total Sem
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J	
32	Facilidades para Planta de Asfalto	09-Oct-15	03-Dec-15	glb	1.00	4,577																								
27	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh																										
35	Conformación de bermas de protección aguas abajo con material	19-Aug-16	13-Sep-16	m3	4,834	836																								
36	Instalación de Hitos de monitoreo en el rockfill aguas abajo *	19-Aug-16	13-Sep-16	und	8.00	40																								
LB2-1.2.2.1.2.1 4105 - 4113						16,413	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
34	Carguío, transporte y colocación de material 3B/3C *	09-Oct-15	28-Jul-16	m3	130,312.55	18,413	500	500	500	500	500	500	500	3500	500	500	500	500	500	500	500	3500	500	500	500	500	500	500	500	3500
LB2-1.2.2.1.2.2 4113 - 4114						7,643	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
A1	Carguío, transporte y colocación de material 3B/3C *	05-Dec-15	09-Aug-16	m3	73,401.71	7,643	385	385	385	385	385	385	385	2693	320	320	320	320	320	320	320	2243	365	365	365	365	365	365	365	2557
LB2-1.2.2.1.2.3 4114 - 4115						7,643	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
A2	Carguío, transporte y colocación de material 3B/3C *	17-Jan-16	21-Aug-16	m3	63,196.53	7,643	350	350	350	350	350	350	350	2443	291	291	291	291	291	291	291	2040	332	332	332	332	332	332	332	2326
LB2-1.2.2.1.3 Construcción de Muro de Concreto						983	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
38	Encofrado y Desencofrado para construcción de muro de concreto	28-Jul-16	03-Aug-16	m2	64.08	80																								
39	Colocación de concreto para construcción de muro de concreto	03-Aug-16	03-Aug-16	m3	229.00	303																								
LB2-1.2.2.1.4 Relleno de Enrocado Grueso/Enrocado (L)						839	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
41	Carguío, transporte y colocación de material 3B/3C (Saldo reem)	10-Jan-16	03-Jun-16	m3	8,836.45	839	40	40	40	40	40	40	40	280	40	40	40	40	40	40	40	280	40	40	40	40	40	40	40	280
LB2-1.2.2.1.5 Relleno de transición 3A						14,257	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.1.5.1 4107 - 4113						6,304	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
43	Carguío, transporte y colocación de material 3A *	17-Jan-16	28-Jul-16	m3	13,291.52	6,304	120	120	120	120	120	120	120	841	100	100	100	100	100	100	100	701	114	114	114	114	114	114	114	739
LB2-1.2.2.1.5.2 4113 - 4114						3,688	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
A6	Carguío, transporte y colocación de material 3A *	03-Feb-16	03-Aug-16	m3	10,113.43	3,688	52	52	52	52	52	52	52	361	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
LB2-1.2.2.1.5.3 4114 - 4115						3,665	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
A7	Carguío, transporte y colocación de material 3A *	29-Feb-16	21-Aug-16	m3	7,057.34	3,665	33	33	33	33	33	33	33	271	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	

Fuente Propia

Anexo 67 - Cuadro No 45 horizonte de 3 semanas en adelante 3 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42

							SEM 40								SEM 41								SEM 42							
			Linea Base		HH		20-May-16	21-May-16	22-May-16	23-May-16	24-May-16	25-May-16	26-May-16	Total Sem	27-May-16	28-May-16	29-May-16	30-May-16	31-May-16	01-Jun-16	02-Jun-16	Total Sem	03-Jun-16	04-Jun-16	05-Jun-16	06-Jun-16	07-Jun-16	08-Jun-16	09-Jun-16	Total Sem
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J	
A6	Carguío, transporte y colocacion de material 3A *	03-Feb-16	09-Aug-16	m3	10,113.43	3,688	52	52	52	52	52	52	52	361	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
LB2-1.2.2.1.5.3 4114 - 4115			23-Feb-16	21-Aug-16		3,665	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
A7	Carguío, transporte y colocacion de material 3A *	23-Feb-16	21-Aug-16	m3	7,057.34	3,665	39	39	39	39	39	39	39	271	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
LB2-1.2.2.1.6 Relleno de filtros 2B			06-Oct-15	25-Aug-16		27,233	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
45	Retiro y escarificado de material 2B actual *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,250.00	224																								
46	Carguío y transporte de material 2B escarificado (d < 1 km) *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,250.00	345																								
47	Eliminación de material de 2B actual escarificado (d > 1 km) *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,300.00	26																								
43	Retiro e instalación de barandas y sogas *	26-Jan-16	02-Feb-16	ciclo	0.00	900																								
LB2-1.2.2.1.6.1 4107 - 4113			06-Oct-15	01-Aug-16		13,119	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
48	Carguío, transporte y colocacion de material 2B *	17-Jan-16	01-Aug-16	m3	28,163.54	10,056	169	169	169	169	169	169	169	1186	141	141	141	141	141	141	141	387	161	161	161	161	161	161	161	1126
A8	Carguío, transporte y colocacion de material 2B (Copa de Prote	06-Oct-15	16-Oct-15	m3	5,133.19	1,346																								
A8	Mezclado de Material 2B con Intruzivo (3:1) *	06-Oct-15	16-Oct-15	m3	5,133.19	1,117																								
LB2-1.2.2.1.6.2 4113 - 4114			03-Feb-16	13-Aug-16		5,660	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
A9	Carguío, transporte y colocacion de material 2B *	03-Feb-16	13-Aug-16	m3	15,683.92	5,660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
LB2-1.2.2.1.6.3 4114 - 4115			17-Jul-16	25-Aug-16		6,959	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
A14	Carguío, transporte y colocacion de material 2B	17-Jul-16	25-Aug-16	m3	19,000.74	6,959																								
LB2-1.2.2.1.7 Relleno de Morrena			28-Sep-15	14-Aug-16		72,970	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.1.7.1 Morrena 4105 - 4107			28-Sep-15	27-Dec-15		25,723	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
A19	Colocación Morrena TM 3"	01-Nov-15	24-Dec-15	m3	4,561.75	5,402																								
A21	Colocación Morrena TM 6"	12-Oct-15	27-Dec-15	m3	29,453.17	20,321																								
LB2-1.2.2.1.7.2 Morrena 4107 - 4115			20-Nov-15	14-Aug-16		43,549	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	

Fuente Propia.

Anexo 68 - Cuadro No 46 horizonte de 3 semanas en adelante 4 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.

				SEM 40								SEM 41								SEM 42											
				Linea Base		HH																									
								20-May-16	21-May-16	22-May-16	23-May-16	24-May-16	25-May-16	26-May-16	Total Sem	27-May-16	28-May-16	29-May-16	30-May-16	31-May-16	01-Jun-16	02-Jun-16	Total Sem	03-Jun-16	04-Jun-16	05-Jun-16	06-Jun-16	07-Jun-16	08-Jun-16	09-Jun-16	Total Sem
								V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J	
LB2-1.2.2.1.7.2 Morrena 4107 - 4115				20-Nov-15	14-Aug-16																										
LB2-1.2.2.1.7.2.1 4107 - 4110				27-Dec-15	31-May-16																										
A24	Colocación Morrena TM 6"			27-Dec-15	16-Feb-16	m3	23,922.30																								
A25	Colocación Morrena TM 12" *			23-Dec-15	31-May-16	m3	37,335.48																								
								300	300	300	300	300	300	300	2100	350	350	350	350	350	350	350	2450	600	600	600	600	600	600	600	4200
LB2-1.2.2.1.7.2.2 4110 - 4113				16-Feb-16	05-Jul-16																										
A27	Colocación Morrena TM 6"			16-Feb-16	05-Jul-16	m3	25,625.32																								
								200	200	200	200	200	200	200	1400	200	200	200	200	200	200	200	1400	200	200	200	200	200	200	200	1400
LB2-1.2.2.1.7.2.3 4113 - 4114				21-Apr-16	19-Jul-16																										
A28	Colocación Morrena TM 6"			21-Apr-16	19-Jul-16	m3	7,458.70																								
								76	76	76	76	76	76	76	533	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
LB2-1.2.2.1.7.2.4 4114 - 4115				19-Jul-16	14-Aug-16																										
A31	Colocación Morrena TM 6" *			19-Jul-16	14-Aug-16	m3	3,012.70																								
LB2-1.2.2.1.7.14 Relleno de Morrena sobre Asfalto				02-Jul-16	14-Aug-16																										
A15	Colocación Morrena TM 6" (Ancho 4 m // Asfalto)			02-Jul-16	28-Jul-16	m3	3,617.09																								
A35	Colocación Morrena TM 6" (De 4 m hasta 8.4 m)			13-Jul-16	14-Aug-16	m3	3,617.09																								
LB2-1.2.2.1.8 Area de Relaves				20-Dec-15	26-Aug-16																										
A36	Transporte, colocación, nivelación de Arena de Relave			20-Dec-15	26-Aug-16	m3	15,000.00																								
								71	71	71	71	71	71	71	495	59	59	59	59	59	59	59	412	67	67	67	67	67	67	67	470
LB2-1.2.2.1.9 Concreto Asfáltico				17-Dec-15	28-Jul-16																										
55	Producción de Concreto Asfáltico			13-Mar-16	28-Jul-16	m3	15,145.33																								
								70	70	70	70	70	70	70	490	70	70	70	70	70	70	70	490	114	114	114	114	114	114	114	737
LB2-1.2.2.1.9.7 Núcleo 4113- 4114, Prog. 0+060 a 1+03				20-Mar-16	27-Jun-16																										
A34	Carguío, transporte y colocación, nivelación y compactación de			20-Mar-16	17-Jun-16	m3	8,367.25																								
								0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0									
A34	Carguío, transporte y colocación, nivelación y compactación de			23-May-16	27-Jun-16	m3	4,473.20																								
								107	107	107	107	107	107	107	746	107	107	107	107	107	107	107	746	107	107	107	107	107	107	107	746
A34	Preparación, transporte y colocación de mastic asfáltico Horizontal			24-Mar-16	27-Jun-16	glb	1.00																								
								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
LB2-1.2.2.1.9.8 Núcleo 4114- 4115, Prog. 0+060 a 1+03				27-Jun-16	28-Jul-16																										

Fuente Propia.

Anexo 69 - Cuadro No 47 horizonte de 3 semanas en adelante 5 de 5 (semana 40, semana 41, semana 42) – Vista de las semanas 40,41 y 42.

							SEM 40								SEM 41								SEM 42								
			Linea Base		HH		20-May-16	21-May-16	22-May-16	23-May-16	24-May-16	25-May-16	26-May-16	Total Sem	27-May-16	28-May-16	29-May-16	30-May-16	31-May-16	01-Jun-16	02-Jun-16	Total Sem	03-Jun-16	04-Jun-16	05-Jun-16	06-Jun-16	07-Jun-16	08-Jun-16	09-Jun-16	Total Sem	
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unida	Metrado	HH	V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J		V	S	D	L	M	M	J		
A83	Colocacion de concreto 20Mpa (zanja tubería)	25-Aug-16	15-Sep-16		700.00	32																									
A84	Relleno estructural sobre dado de tubería	04-Sep-16	15-Sep-16		300.00	32																									
A84	Instalacion de linea HDPE SDR-7.3 de 14" (RFQ 14)	15-Aug-16	24-Aug-16		1.00	32																									
A84	Caja de transicion y caja de valvulas (RFQ Q14)	25-Aug-16	04-Sep-16		1.00	32																									
A84	Instalacion de spools 8", 14" Inox, y prueba hidrostatica (RFQ 14)	05-Sep-16	09-Sep-16		1.00	32																									
A84	Relleno Estructural (Caja de transicion) (RFQ 14)	10-Sep-16	15-Sep-16		1.00	32																									
LB2-1.2.2.4 SISTEMA DE DRENAJE POR BOMBEO (E				08-Feb-16	30-May-16	516	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LB2-1.2.2.4.1 Tuberia 315mm, 355mm				08-Feb-16	30-May-16	516	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
87	Tuberia solida HDPE SDR11 355mm	21-Feb-16	28-Mar-16	ml	145.07	77																									
88	Abrazaderas de acero	14-Apr-16	27-May-16	und	16.00	44	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	2.00	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	2.00	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	2.00	
89	Pernos anclaje de 12mm	14-Apr-16	27-May-16	und	64.00	22	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	8.00	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	8.00	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	8.00	
90	Pernos anclaje de 6mm	14-Apr-16	27-May-16	glb	1.00	22	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13	
91	Plancha de acero de 150mmx150mmx3mm	14-Apr-16	27-May-16	und	32.00	44	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	4.00	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	4.00	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	4.00	
A85	Excavacion de zanja para tubería	08-Feb-16	17-Feb-16		400.00	77																									
A86	Tubería perforada HDPE SDR11 315mm	16-Feb-16	01-Mar-16		100.00	77																									
A87	Grava para drenaje	11-Feb-16	30-May-16		400.00	77	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	23.53	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	23.53									
A88	Tubería perforada HDPE 355mm SDR11	21-Feb-16	05-Mar-16		100.00	77																									

Fuente Propia.

Anexo 70 - Cuadro No 51 – Curva S – HH

Total Proyecto	Semana Num	34	35	36	37	38	39
	Curva S (% de HH)	14-Apr-16	21-Apr-16	28-Apr-16	05-May-16	12-May-16	19-May-16
	Avance Programado %	2.280%	2.321%	2.926%	2.959%	2.101%	2.341%
	Avance Programado Acum. %	39.3%	41.6%	44.5%	47.5%	49.6%	51.9%
	Avance Ganado %	1.65%	0.78%	0.82%	1.22%	1.09%	1.63%
	Avance Ganado Acum. %	25.07%	25.85%	26.68%	27.90%	28.99%	30.62%

Fuente Propia

Anexo 71 - Cuadro No 52 – Actividades Planificadas y completadas.

A continuación se muestra el cálculo del PPC (Porcentaje del Plan Cumplido) para la semana 39:

N° DE ACT PLANIF.	33
N° DE ACT. COMPLET.	12
PPC %	36%

Fuente Propia

Anexo 72 - Cuadro No 53 de cumplimiento de actividades 1 de 8 – Semana 39.

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Fuente Propia

Anexo 73 - Cuadro No 54 de cumplimiento de actividades 2 de 8 – Semana 39.

			Linea Base		HH		Restricciones	Cumplimiento		Tipo Causa
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH		%		
32	Facilidades para Planta de Asfalto	09-Oct-15	09-Dec-15	qib	1.00	4,577		-	-	
27	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh				-	-	
35	Conformación de berma de protección aguas abajo con material	13-Aug-16	13-Sep-16	m3	4,894	896		-	-	
36	Instalación de Hitos de monitoreo en el rockfill aguas abajo *	13-Aug-16	13-Sep-16	und	8.00	40		-	-	
LB2-1.2.2.1.2.1 4105 - 4113		09-Oct-15	28-Jul-16			18,413				
34	Carguío, transporte y colocación de material 3B/3C *	03-Oct-15	28-Jul-16	m3	190,312.55	18,413	Cambios de Ingeniería Acopios existentes de material 3A intrusivo en la zona de trabajo.	72%	NO	ING-CLN
LB2-1.2.2.1.2.2 4113 - 4114		05-Dec-15	03-Aug-16			7,643				
A1	Carguío, transporte y colocación de material 3B/3C *	05-Dec-15	03-Aug-16	m3	73,401.71	7,643	Acopios existentes de material 3A intrusivo en la zona de trabajo.		NO	ING-CLN
LB2-1.2.2.1.2.3 4114 - 4115		17-Jan-16	21-Aug-16			7,643				
A2	Carguío, transporte y colocación de material 3B/3C *	17-Jan-16	21-Aug-16	m3	63,196.53	7,643	Acopios existentes de material 3A intrusivo en la zona de trabajo.		NO	ING-CLN
LB2-1.2.2.1.3 Construcción de Muro de Concreto		09-Oct-15	13-Sep-16			983				
38	Encofrado y Desencofrado para construcción de muro de concreto	28-Jul-16	03-Aug-16	m2	64.08	80		-	-	
39	Colocación de concreto para construcción de muro de concreto	03-Aug-16	03-Aug-16	m3	229.00	303		-	-	
LB2-1.2.2.1.4 Relleno de Enrocado Grueso/Enrocado (L)		07-Jan-16	03-Jun-16			899				
41	Carguío, transporte y colocación de material 3B/3C (Saldo reem)	10-Jan-16	03-Jun-16	m3	8,836.45	899	Cambios de Ingeniería Uso granulométrico del material 2B, restringe la liberación de capas de 2B lindante.	88%	NO	ING-CLN
LB2-1.2.2.1.5 Relleno de transición 3A		17-Jan-16	21-Aug-16			14,257				
LB2-1.2.2.1.5.1 4107 - 4113		17-Jan-16	28-Jul-16			6,904				
43	Carguío, transporte y colocación de material 3A *	17-Jan-16	28-Jul-16	m3	13,291.52	6,904		114%	SI	
LB2-1.2.2.1.5.2 4113 - 4114		03-Feb-16	03-Aug-16			3,688				
A6	Carguío, transporte y colocación de material 3A *	03-Feb-16	03-Aug-16	m3	10,113.43	3,688	Proceso constructivo variado, cambio de procesos constructivo		NO	ING-CLN
LB2-1.2.2.1.5.3 4114 - 4115		29-Feb-16	21-Aug-16			3,665				
A7	Carguío, transporte y colocación de material 3A *	29-Feb-16	21-Aug-16	m3	3,665.44	3,665	Proceso constructivo variado, cambio de procesos constructivo		NO	ING-CLN

Fuente Propia

Anexo 74 - Cuadro No 55 de cumplimiento de actividades 3 de 8 – Semana 39.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente Propia

Anexo 75 - Cuadro No 56 de cumplimiento de actividades 4 de 8 – Semana 39.

				Línea Base		HH	Restricciones		Cumplimiento		Tipo Causa
				Unidad	Metrado	HH			%		
Ite	Actividad	Inicio	Fin								
A25	Colocación Morrena TM 12" *	29-Dec-15	31-May-16	m3	37,335.48	14,275	Falta de Equipos del contratista		88%	NO	EM-CONT
LB2-1.2.2.1.7.2.2 4110 - 4113						13,629					
A27	Colocación Morrena TM 6"	16-Feb-16	05-Jul-16	m3	25,825.32	13,629	Falta de Equipos del contratista		88%	NO	EM-CONT
LB2-1.2.2.1.7.2.3 4113 - 4114						3,811					
A28	Colocación Morrena TM 6"	21-Apr-16	19-Jul-16	m3	7,458.70	3,811	Cambio del procesos constructivo			NO	ING-CLN
LB2-1.2.2.1.7.2.4 4114 - 4115						4,636					
A31	Colocación Morrena TM 6" *	19-Jul-16	14-Aug-16	m3	3,012.70	4,636			-	-	
LB2-1.2.2.1.7.14 Relleno de Morrena sobre Asfalto						3,638					
A15	Colocación Morrena TM 6" (Ancho 4 m // Asfalto)	02-Jul-16	28-Jul-16	m3	3,617.09	1,849			-	-	
A39	Colocación Morrena TM 6" (De 4 m hasta 8.4 m)	13-Jul-16	14-Aug-16	m3	3,617.09	1,849			-	-	
LB2-1.2.2.1.8 Arena de Relaves						20,527					
A38	Transporte, colocación, nivelación de Arena de Relave	20-Dec-15	26-Aug-16	m3	15,000.00	20,527			100%	SI	
LB2-1.2.2.1.9 Concreto Asfáltico						18,386					
55	Producción de Concreto Asfáltico	19-Mar-16	28-Jul-16	m3	15,145.93	5,894	Lluvias y tormentas electrica.		48%	NO	CA-NAT
LB2-1.2.2.1.9.7 Núcleo 4113- 4114, Prog. 0+060 a 1+03						10,677					
A34	Carguío, transporte y colocación, nivelación y compactación de	20-Mar-16	17-May-16	m3	8,967.25	6,268	Cambios de Ingeniería			NO	ING-CLN
A34	Carguío, transporte y colocación, nivelación y compactación de	23-May-16	27-Jun-16	m3	4,473.20	3,782	Cambios de Ingeniería		-	-	
A34	Preparación, transporte y colocación de mastic asfáltico Horizontal	24-Mar-16	27-Jun-16	glb	1.00	627	Cambios de Ingeniería				
LB2-1.2.2.1.9.8 Núcleo 4114- 4115, Prog. 0+060 a 1+03						1,815					
A34	Carguío, transporte y colocación, nivelación y compactación de	27-Jun-16	28-Jul-16	m3	1,705.48	1,395			-	-	
A35	Preparación, transporte y colocación de mastic asfáltico Horizontal	27-Jun-16	28-Jul-16	glb	1.00	420			-	-	

Fuente Propia

Anexo 76 - Cuadro No 57 de cumplimiento de actividades 5 de 8 – Semana 39.

						Linea Base	HH	
						Restricciones		
						Cumplimiento		Tipo Causa
						%		
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH		
A41	Colocación de curb de concreto utilizando máquina extrusora	03-Mar-16	21-Apr-16	m3	274.16	503	-	-
LB2-1.2.2.1.11.3 Termina de curb en Estribos						284		
62	Colocación de curb de concreto utilizando máquina extrusora	20-Jun-16	26-Jul-16	m3	3.77	7	-	-
63	Colocación de curb empleando encofrado manual	22-Jun-16	26-Jul-16	m3	4.00	27	-	-
64	Instalación de Hitos de monitoreo en la cresta del curb	01-Jul-16	30-Jul-16	und	0.00	250	-	-
LB2-1.2.2.1.12 Grava Dren Modificada						6,314		
LB2-1.2.2.1.12.1 Relleno de G.D.M. 4107 - 4110 (IDT 01)						654		
A13	Carguío, transporte y colocación de Grava Dren Modificada *	19-Mar-16	03-Jun-16	m3	3,630.72	654	100%	SI
LB2-1.2.2.1.12.2 Relleno de G.D.M. 4110 - 4113 (IDT 02)						3,756		
A13	Carguío, transporte y colocación de Grava Dren Modificada *	02-Jun-16	26-Jul-16	m3	20,833.74	3,756	-	-
LB2-1.2.2.1.12.3 Relleno de G.D.M. 4113 - 4114 (IDT 03)						1,251		
A13	Carguío, transporte y colocación de Grava Dren Modificada *	14-Jul-16	07-Aug-16	m3	6,945.34	1,251		
LB2-1.2.2.1.12.4 Relleno de G.D.M. 4114 - 4115 (IDT 04)						1,253		
A13	Carguío, transporte y colocación de Grava Dren Modificada *	23-Jul-16	19-Aug-16	m3	6,526.31	1,253	-	-
LB2-1.2.2.1.13 Intrusivo Fino						22,833		
LB2-1.2.2.1.13.1 Relleno de I.F. 4110 - 4113 (IDT 024)						12,682		
A13	Carguío, transporte y colocación de Intrusivo Fino *	17-May-16	24-Jul-16	m3	35,118.35	12,682	No se Termina los engrapes entre morrena grava modificada. Se	
LB2-1.2.2.1.13.2 Relleno de I.F. 4113 - 4114 (IDT 024)						5,071		NO ING-CLN
A13	Carguío, transporte y colocación de Intrusivo Fino *	12-Jul-16	05-Aug-16	m3	13,341.68	5,071	-	-
LB2-1.2.2.1.13.3 Relleno de I.F. 4114 - 4115 (IDT 024)						5,080		
A13	Carguío, transporte y colocación de Intrusivo Fino *	21-Jul-16	17-Aug-16	m3	12,361.55	5,080	-	-
LB2-1.2.2.2 REVESTIMIENTO CON GEOMEMBRANA						743		
LB2-1.2.2.2.1 Reparación de geomembrana existente e						743		

Fuente Propia

Anexo 77 - Cuadro No 58 de cumplimiento de actividades 6 de 8 – Semana 39.

				Linea Base		HH	Restricciones	Cumplimiento		Tipo Causa
				Unidad	Metrado	HH		%		
LB2-1.2.2.3.1.2.3 Sistema de Drenaje por Gravedad 41				09-Dec-15	23-Aug-16		8,148			
A56	Excavacion de zanja para tubería	03-Dec-15	04-Mar-16		200.00		1,044	-	-	
A57	Excavacion en roca	03-Dec-15	12-Apr-16		200.00		312	-	-	
A58	Colocacion de concreto 20Mpa (Mejoramiento fundación)	22-Dec-15	19-Apr-16		17.64		134	-	-	
A59	Tubería solida HDPE SDR11 355mm	23-Dec-15	21-Apr-16		80.00		734	-	-	
A60	Tubería solida HDPE SDR11 200mm	23-Dec-15	23-Apr-16		1.00		164	Se prolongo la actividad de excavaciones del sistema de drenaj	-	-
A61	Colocacion de concreto 20Mpa (zanja tubería)	02-Jan-16	27-Apr-16		1.00		1,147	Se prolongo la actividad de excavaciones del sistema de drenaj	-	-
A62	Relleno estructural sobre dado de tubería	05-Jan-16	07-May-16		1.00		1,231	Se prolongo la actividad de excavaciones del sistema de drenaj	-	-
LB2-1.2.2.3.1.2.3.1 Desvio #3, transito comunidades				16-Aug-16	23-Aug-16		2,602			
A63	Conformacion de rampa provisional para desvio	16-Aug-16	19-Aug-16		1.00		164	-	-	
A64	Desvio de transito #3	19-Aug-16	20-Aug-16		1.00		1,147	-	-	
A65	Retiro de capa de rodadura provisional del Desvio #2	21-Aug-16	23-Aug-16		1.00		1,231	-	-	
LB2-1.2.2.3.1.2.4 Sistema de Drenaje por Gravedad 41				15-Jul-16	21-Sep-16		3,860			
73	Excavacion en roca	13-Jul-16	02-Aug-16	m3	0.00		653	-	-	
74	Excavación de zanja con picotón	03-Aug-16	17-Aug-16	m3	0.00		1,044	-	-	
75	Colocacion de concreto 20Mpa (zanja tubería)	13-Aug-16	19-Aug-16	m3	711.63		134	-	-	
76	Relleno Estructural (Caja colectora)	15-Sep-16	21-Sep-16	m3	32.15		16	-	-	
77	Acero refuerzo (Caja colectora)	22-Aug-16	25-Aug-16	Kg	3,679.58		263	-	-	
78	Concreto 10Mpa (Caja colectora)	20-Aug-16	21-Aug-16	m3	28.19		86	-	-	

Fuente Propia

Anexo 78 - Cuadro No 59 de cumplimiento de actividades 7 de 8 – Semana 39.

			Linea Base		HH				
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH			
A84	Caja de transicion y caja de valvulas (RFQ Q14)	25-Aug-16	04-Sep-16		1.00	32			
A84	Instalacion de spools 8", 14" Inox, y prueba hidrostatica (RFQ 14)	05-Sep-16	09-Sep-16		1.00	32			
A84	Relleno Estructural (Caja de transicion) (RFQ 14)	10-Sep-16	15-Sep-16		1.00	32			
LB2-1.2.2.4 SISTEMA DE DRENAJE POR BOMBEO (E)		08-Feb-16	30-May-16			516			
LB2-1.2.2.4.1 Tuberia 315mm, 355mm		08-Feb-16	30-May-16			516			
87	Tuberia solida HDPE SDR11 355mm	21-Feb-16	28-Mar-16	ml	145.07	77			
88	Abrazadera de acero	14-Apr-16	27-May-16	und	16.00	44	Actividades atrasadas por los que se reprogramaron		
89	Pernos anclaje de 12mm	14-Apr-16	27-May-16	und	64.00	22	Actividades atrasadas por los que se reprogramaron		
90	Pernos anclaje de 6mm	14-Apr-16	27-May-16	gib	1.00	22	Actividades atrasadas por los que se reprogramaron		
91	Plancha de acero de 150mmx150mmx3mm	14-Apr-16	27-May-16	und	32.00	44	Actividades atrasadas por los que se reprogramaron		
A85	Excavacion de zanja para tuberia	08-Feb-16	17-Feb-16		400.00	77			
A86	Tuberia perforada HDPE SDR11 315mm	16-Feb-16	01-Mar-16		100.00	77			
A87	Grava para drenaje	11-Feb-16	30-May-16		400.00	77	100% SI		
A88	Tuberia perforada HDPE 355mm SDR11	21-Feb-16	05-Mar-16		100.00	77			
LB2-1.2.2.5 CAMINOS Y RAMPAS DE ACCESO		16-Apr-16	22-Dec-16			47,718			
LB2-1.2.2.5.1 Rampas de acceso estribo derecho e izquierdo		20-Sep-16	29-Oct-16			4,206			
94	Excavacion en roca	20-Sep-16	29-Sep-16	m3	6,081.46	2,928			
95	Carguio y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)	30-Sep-16	19-Oct-16	m3-km	4,072.67	361			
96	Transporte de material 3B/3C (d > 1 km)	30-Sep-16	19-Oct-16	m3-km	2,036.34	52			
97	Transporte de material 3B/3C (d > 1 km)	30-Sep-16	19-Oct-16	m3-km	2,036.34	52			

			Cumplimiento		Tipo Causa
%					
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
100%	SI				
100%	SI				
100%	SI				
100%	SI				
-	-				
-	-				
100%	SI				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				
-	-				

Fuente Propia

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

						SEM 39									
				Línea Base	HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
Ite	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
LB2-1 CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAYES		24-Aug-15	31-Oct-16			463,463.70	1	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2 CONSTRUCCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS		10-Sep-15	22-Dec-16			463,464	1	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES		10-Sep-15	28-Oct-16			139,448	1	-	-	-	-	-	-	-	
16	Movilización de equipos y materiales a obra						Progr.								
							Gan.								
17	Desmovilización de equipos y facilidades						Progr.								
							Gan.								
18	Facilidades en obra (oficinas talleres y almacenes)						Progr.								
							Gan.								
19	Equipos permanentes (movilizaciones internas en obra de personal)						Progr.								
							Gan.								
20	Señalización en obra						Progr.								
							Gan.								
21	Servicio de vigia, control de tránsito.	04-Oct-15	15-Dec-16	hh	51,866	55,000	1	Progr.	144	144	144	144	144	144	1009
							Gan.	31	31	31	31	31	31	31	218
22	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh	32,773	40,375	1	Progr.	103	103	103	103	103	103	718
							Gan.	20	20	20	20	20	20	20	138
23	Trazo y replanteo	17-Sep-15	15-Dec-16	mes	11.00	33,600	1	Progr.	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.203
							Gan.	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.046
24	Mantenimiento de Vías	03-Oct-15	15-Dec-16	mes	11.00	6,131	1	Progr.	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.214
							Gan.	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.046
25	Operacion de Garza	01-Nov-15	15-Dec-16	mes	0.53	2,880	1	Progr.	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.009
							Gan.	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.009
26	Tratamiento en Botaderos	01-Nov-15	15-Dec-16	m3	130,000	1,462	1	Progr.	315	315	315	315	315	315	2203
							Gan.	315	315	315	315	315	315	315	2203
LB2-1.2.2 ELEVACIÓN 4115 Y OBRAS COMPLEMENTARIAS		25-Sep-15	22-Dec-16			324,016		-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.1 ELEVACION PRESA NIV. 4115: 3A, 2B, 3B		25-Sep-15	13-Sep-16			226,028		-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.1.1 Actividades Provisionales		25-Sep-15	09-Dec-15			40,233		-	-	-	-	-	-	-	
31	Construccion de pozas y estructuras de control ambiental para P	25-Sep-15	26-Nov-15	qlb	1.00	1,021	Progr.								
							Gan.								
32	Facilidades para Planta de Asfalto	03-Oct-15	03-Dec-15	qlb	1.00	4,577	Progr.								
							Gan.								
27	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh											

Fuente Propia

											SEM 39													
					Linea Base		HH				F		Fecha		13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem		
Iter Actividad			Inicio		Fin		Unidad		Metrado		HH		1		DIA		V	S	D	L	M	M	J	
													1		Gan.		315	315	315	315	315	315	315	2203
LB2-1.2.2 ELEVACIÓN 4115 Y OBRAS COMPLEMENTARIAS			25-Sep-15		22-Dec-16						324,016				-		-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.1 ELEVACION PRESA NIV. 4115: 3A, 2B, 3B, CU			25-Sep-15		13-Sep-16						226,028				-		-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.1.1 Actividades Provisionales			25-Sep-15		09-Dec-15						40,233				-		-	-	-	-	-	-	-	
31	Construccion de pozas y estructuras de control ambiental para PI	25-Sep-15	26-Nov-15	glb	1.00	1,021							Progr.											
													Gan.											
32	Facilidades para Planta de Asfalto	09-Oct-15	09-Dec-15	glb	1.00	4,577							Progr.											
													Gan.											
27	Controles ambientales	25-Nov-15	15-Dec-16	hh																				
35	Conformación de berma de protección aguas abajo con material	19-Aug-16	13-Sep-16	m3	4,894	896							Progr.											
													Gan.											
36	Instalación de Hitos de monitoreo en el rockfill aguas abajo *	19-Aug-16	13-Sep-16	und	8.00	40							Progr.											
													Gan.											
LB2-1.2.2.1.2.1 4105 - 4113			09-Oct-15		28-Jul-16						18,413		1		-		-	-	-	-	-	-	-	
34	Carguío, transporte y colocacion de material 3B/3C *	09-Oct-15	28-Jul-16	m3	190,312.55	18,413							1		Progr.		794	794	794	794	794	794	794	5556
													1		Gan.		574	574	574	574	574	574	574	4016
LB2-1.2.2.1.2.2 4113 - 4114			05-Dec-15		09-Aug-16						7,643		1		-		-	-	-	-	-	-	-	
A1	Carguío, transporte y colocacion de material 3B/3C *	05-Dec-15	09-Aug-16	m3	79,401.71	7,643							1		Progr.		386	386	386	386	386	386	386	2704
													1		Gan.									
LB2-1.2.2.1.2.3 4114 - 4115			17-Jan-16		21-Aug-16						7,643		1		-		-	-	-	-	-	-	-	
A2	Carguío, transporte y colocacion de material 3B/3C *	17-Jan-16	21-Aug-16	m3	63,196.59	7,643							1		Progr.		351	351	351	351	351	351	351	2460
													1		Gan.									
LB2-1.2.2.1.3 Construcccion de Muro de Concreto			09-Oct-15		13-Sep-16						983				-		-	-	-	-	-	-	-	
38	Encofrado y Desencofrado para construcción de muro de concre	28-Jul-16	03-Aug-16	m2	64.08	80									Progr.									
															Gan.									
39	Colocación de concreto para construcción de muro de concreto	03-Aug-16	09-Aug-16	m3	229.00	903									Progr.									
															Gan.									

Fuente propia

					SEM 39											
					Linea Base	HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
									V	S	D	L	M	M	J	
Iter Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA									
							Gan.									
LB2-1.2.2.1.4 Relleno de Enrocado Grueso/Enrocad (Intru	07-Jan-16	03-Jun-16			899	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
41 Carguío, transporte y colocacion de material 3B/3C (Saldo reemp	10-Jan-16	03-Jun-16	m3	8,836.45	899	1	Progr.	57	57	57	57	57	57	57	57	402
						1	Gan.	50	50	50	50	50	50	50	50	353
LB2-1.2.2.1.5 Relleno de transición 3A	17-Jan-16	21-Aug-16			14,257		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.1.5.1 4107 - 4113	17-Jan-16	28-Jul-16			6,904		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
43 Carguío, transporte y colocacion de material 3A *	17-Jan-16	28-Jul-16	m3	19,291.52	6,904	1	Progr.	121	121	121	121	121	121	121	121	845
						1	Gan.	138	138	138	138	138	138	138	138	965
LB2-1.2.2.1.5.2 4113 - 4114	03-Feb-16	09-Aug-16			3,688	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
A6 Carguío, transporte y colocacion de material 3A *	03-Feb-16	09-Aug-16	m3	10,113.43	3,688	1	Progr.	52	52	52	52	52	52	52	52	361
						1	Gan.									
LB2-1.2.2.1.5.3 4114 - 4115	29-Feb-16	21-Aug-16			3,665	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
A7 Carguío, transporte y colocacion de material 3A *	29-Feb-16	21-Aug-16	m3	7,057.34	3,665	1	Progr.	39	39	39	39	39	39	39	39	271
						1	Gan.									
LB2-1.2.2.1.6 Relleno de filtros 2B	06-Oct-15	25-Aug-16			27,233		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
45 Retiro y escarificado de material 2B actual *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,250.00	224		Progr.									
							Gan.									
46 Carguío y transporte de material 2B escarificado (d < 1 km) *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,250.00	345		Progr.									
							Gan.									
47 Eliminación de material de 2B actual escarificado (d > 1 km) *	26-Jan-16	02-Feb-16	m3	2,300.00	26		Progr.									
							Gan.									
49 Retiro e instalación de barandas y sogas *	26-Jan-16	02-Feb-16	ciclo	0.00	900		Progr.									
							Gan.									
LB2-1.2.2.1.6.1 4107 - 4113	06-Oct-15	01-Aug-16			13,119	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
48 Carguío, transporte y colocacion de material 2B *	17-Jan-16	01-Aug-16	m3	28,163.54	10,056	1	Progr.	170	170	170	170	170	170	170	170	1191
						1	Gan.	121	121	121	121	121	121	121	121	845
A8 Carguío, transporte y colocacion de material 2B (Capa de Protec	06-Oct-15	16-Oct-15	m3	5,133.19	1,946		Progr.									

Fuente propia

						SEM 39										
			Linea Base		HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem	
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
								Gan.								
A8.1	Mezclado de Material 2B con Intrusivo (3:1) *	06-Oct-15	16-Oct-15	m3	5,133.19	1,117		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.1.6.2 4113 - 4114		03-Feb-16	13-Aug-16			5,660	1	-								
A9	Carguío, transporte y colocacion de material 2B *	03-Feb-16	13-Aug-16	m3	15,683.92	5,660	1	Progr.	95	95	95	95	95	95	95	663
							1	Gan.								
LB2-1.2.2.1.6.3 4114 - 4115		17-Jul-16	25-Aug-16			6,959		-								
A14	Carguío, transporte y colocacion de material 2B	17-Jul-16	25-Aug-16	m3	19,000.74	6,959		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.1.7 Relleno de Morrena		28-Sep-15	14-Aug-16			72,970		-								
LB2-1.2.2.1.7.1 Morrena 4105 - 4107		28-Sep-15	27-Dec-15			25,723		-								
A19	Colocación Morrena TM 3"	01-Nov-15	24-Dec-15	m3	4,561.75	5,402		Progr.								
								Gan.								
A21	Colocación Morrena TM 6"	12-Oct-15	27-Dec-15	m3	29,453.17	20,321		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.1.7.2 Morrena 4107 - 4115		20-Nov-15	14-Aug-16			43,549	1	-								
LB2-1.2.2.1.7.2.1 4107 - 4110		27-Dec-15	31-May-16			21,413	1	-								
A24	Colocación Morrena TM 6"	27-Dec-15	16-Feb-16	m3	23,922.30	7,138		Progr.								
								Gan.								
A25	Colocación Morrena TM 12" *	29-Dec-15	31-May-16	m3	37,335.48	14,275	1	Progr.	284	284	284	284	284	284	284	1990
							1	Gan.	249	249	249	249	249	249	249	1746
LB2-1.2.2.1.7.2.2 4110 - 4113		16-Feb-16	05-Jul-16			13,629	1	-								
A27	Colocación Morrena TM 6"	16-Feb-16	05-Jul-16	m3	25,825.32	13,629	1	Progr.	215	215	215	215	215	215	215	1508
							1	Gan.	189	189	189	189	189	189	189	1320
LB2-1.2.2.1.7.2.3 4113 - 4114		21-Apr-16	19-Jul-16			3,811	1	-								
A29	Colocación Morrena TM 6"	21-Apr-16	19-Jul-16	m3	7,458.70	3,811	1	Progr.	76	76	76	76	76	76	76	533
							1	Gan.								

Fuente propia

													SEM 39							
					Linea Base		HH													

Fuente propia

						SEM 39											
				Linea Base		HH		F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
Iter Actividad		Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J		
								Gan.									
LB2-1.2.2.1.11 Construcción de curb de concreto en la car		04-Jan-16	30-Jul-16			793		-	-	-	-	-	-	-	-		
LB2-1.2.2.1.11.2 Apoyo para asfalto en Estribos (20 M)		09-Mar-16	21-Apr-16			509		-	-	-	-	-	-	-	-		
A41	Colocación de curb de concreto utilizando máquina extrusora	09-Mar-16	21-Apr-16	m3	274.16	509		Progr.									
								Gan.									
LB2-1.2.2.1.11.3 Termino de curb en Estribos		20-Jun-16	30-Jul-16			284		-	-	-	-	-	-	-	-		
62	Colocación de curb de concreto utilizando máquina extrusora	20-Jun-16	26-Jul-16	m3	3.77	7		Progr.									
								Gan.									
63	Colocación de curb empleando encofrado manual	22-Jun-16	26-Jul-16	m3	4.00	27		Progr.									
								Gan.									
64	Instalación de Hitos de monitoreo en la cresta del curb	01-Jul-16	30-Jul-16	und	0.00	250		Progr.									
								Gan.									
LB2-1.2.2.1.12 Grava Dren Modificada		19-Mar-16	19-Aug-16			6,914		-	-	-	-	-	-	-	-		
LB2-1.2.2.1.12.1 Relleno de G.D.M. 4107 - 4110 (IDT 013)		19-Mar-16	03-Jun-16			654	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
A13	Carguío, transporte y colocacion de Grava Dren Modificada *	19-Mar-16	03-Jun-16	m3	3,630.72	654	1	Progr.	43	43	43	43	43	43	43	303	
							1	Gan.	43	43	43	43	43	43	43	303	
LB2-1.2.2.1.12.2 Relleno de G.D.M. 4110 - 4113 (IDT 024)		02-Jun-16	26-Jul-16			3,756	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
A13	Carguío, transporte y colocacion de Grava Dren Modificada *	02-Jun-16	26-Jul-16	m3	20,833.74	3,756	1	Progr.									
							1	Gan.									
LB2-1.2.2.1.12.3 Relleno de G.D.M. 4113 - 4114 (IDT 024)		14-Jul-16	07-Aug-16			1,251		-	-	-	-	-	-	-	-		
A13	Carguío, transporte y colocacion de Grava Dren Modificada *	14-Jul-16	07-Aug-16	m3	6,945.94	1,251		Progr.									
								Gan.									
LB2-1.2.2.1.12.4 Relleno de G.D.M. 4114 - 4115 (IDT 024)		23-Jul-16	19-Aug-16			1,253		-	-	-	-	-	-	-	-		
A13	Carguío, transporte y colocacion de Grava Dren Modificada *	23-Jul-16	19-Aug-16	m3	6,526.31	1,253		Progr.									
								Gan.									
LB2-1.2.2.1.13 Intrusivo Fino		17-May-16	17-Aug-16			22,833		-	-	-	-	-	-	-	-		
LB2-1.2.2.1.13.1 Relleno de I.F. 4110 - 4113 (IDT 024)		17-May-16	24-Jul-16			12,682		-	-	-	-	-	-	-	-		
A13	Carguío, transporte y colocacion de Intrusivo Fino *	17-May-16	24-Jul-16	m3	35,118.35	12,682	1	Progr.	456	456	456	456	456	456	456	3193	

Fuente propia

						SEM 39										
			Linea Base		HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem	
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
A13	Carguío, transporte y colocacion de Intrusivo Fino *	17-May-16	24-Jul-16	m3	35,118.35	12,682	1	Progr.	456	456	456	456	456	456	456	3193
							1	Gan.								
LB2-1.2.2.1.13.2 Relleno de I.F. 4113 - 4114 (IDT 024)		12-Jul-16	05-Aug-16			5,071		-	-	-	-	-	-	-	-	
A13	Carguío, transporte y colocacion de Intrusivo Fino *	12-Jul-16	05-Aug-16	m3	13,341.68	5,071		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.1.13.3 Relleno de I.F. 4114 - 4115 (IDT 024)		21-Jul-16	17-Aug-16			5,080		-	-	-	-	-	-	-	-	
A13	Carguío, transporte y colocacion de Intrusivo Fino *	21-Jul-16	17-Aug-16	m3	12,981.55	5,080		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.2 REVESTIMIENTO CON GEOMEMBRANA		16-Jul-16	19-Aug-16			749		-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.2.1 Reparacion de geomembrana existente e ins		16-Jul-16	19-Aug-16			749		-	-	-	-	-	-	-	-	
67	Reparación de geomembrana existente: parches y caps	16-Jul-16	25-Jul-16	m2	100.00	173		Progr.								
								Gan.								
68	Reparación de geomembrana existente: beats	16-Jul-16	19-Aug-16	und	0.00	80		Progr.								
								Gan.								
69	Transporte de geomembrana	16-Jul-16	19-Aug-16	glb	1.00	320		Progr.								
								Gan.								
70	Instalación de geomembrana bituminosa	16-Jul-16	19-Aug-16	m2	990.25	176		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.3 SISTEMA DE DRENAJE POR GRAVEDAD (E		09-Dec-15	21-Sep-16			20,930		-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.3.1 Tuberia 315mm, 355mm 200mm		09-Dec-15	21-Sep-16			20,930		-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.3.1.2 Sist. drenaje gravedad en estribo derecho		09-Dec-15	21-Sep-16			17,643		-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.3.1.2.1 Sistema de Drenaje por Gravedad 4110 (F		15-Jul-16	23-Jul-16			3,878		-	-	-	-	-	-	-	-	
A53	Excavacion de zanja para tuberia	16-Jul-16	17-Jul-16		200.00	1,044		Progr.								
								Gan.								
A54	Grava de drenaje c/geotextil	18-Jul-16	23-Jul-16		500.00	1,070		Progr.								
								Gan.								
A55	Tuberia perforada HDPE SDR11 315mm	19-Jul-16	21-Jul-16		130.00	1,764		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.3.1.2.2 Sistema de Drenaje por Gravedad 4110 (F		06-Feb-16	21-Mar-16			1,757										

Fuente propia

																	SEM 39	
			Linea Base		HH													
Iter Actividad			Inicio		Fin		Unidad		Metrado		HH		F		Fecha		13-May-16 14-May-16 15-May-16 16-May-16 17-May-16 18-May-16 19-May-16 Total Sem	
A60 Tuberia solida HDPE SDR11 200mm			29-Dec-15		23-Apr-16				1.00		164		1		DIA		V S D L M M J	
A61 Colocacion de concreto 20Mpa (zanja tubería)			02-Jan-16		27-Apr-16				1.00		1,147		1		Progr.		0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.06	
A62 Relleno estructural sobre dado de tubería			05-Jan-16		07-May-16				1.00		1,291		1		Progr.		0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.06	
LB2-1.2.2.3.1.2.3.1 Desvio #3, transito comunidades			16-Aug-16		23-Aug-16						2,602		1		Gan.		0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.05	
A63 Conformacion de rampa provisional para desvio			16-Aug-16		19-Aug-16				1.00		164		1		-		- - - - - - -	
A64 Desvio de transito #3			19-Aug-16		20-Aug-16				1.00		1,147		1		Progr.			
A65 Retiro de capa de rodadura provisional del Desvio #2			21-Aug-16		23-Aug-16				1.00		1,291		1		Gan.			
LB2-1.2.2.3.1.2.4 Sistema de Drenaje por Gravedad 4113 (F			15-Jul-16		21-Sep-16						3,860		1		-		- - - - - - -	
73 Excavacion en roca			19-Jul-16		02-Aug-16		m3		0.00		659		1		Progr.			
74 Excavación de zanja con picotón			03-Aug-16		17-Aug-16		m3		0.00		1,044		1		Gan.			
75 Colocacion de concreto 20Mpa (zanja tubería)			13-Aug-16		19-Aug-16		m3		711.63		194		1		Progr.			
76 Relleno Estructural (Caja colectora)			15-Sep-16		21-Sep-16		m3		32.15		16		1		Gan.			
77 Acero refuerzo (Caja colectora)			22-Aug-16		25-Aug-16		Kg		3,679.58		269		1		Progr.			
78 Concreto 10Mpa (Caja colectora)			20-Aug-16		21-Aug-16		m3		28.19		86		1		Gan.			
79 Concreto 30Mpa (Caja colectora)			31-Aug-16		02-Sep-16		m3		33.47		134		1		Progr.			
															Gan.			

Fuente propia

						SEM 39										
			Linea Base		HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem	
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
A77	Desbroce de Topsoil	21-Jan-16	23-Jan-16		10.00	209		Progr.								
								Gan.								
A78	Excavacion de zanja para tubería	12-Jun-16	15-Jul-16		500.00	209		Progr.								
								Gan.								
A79	Excavacion en roca	24-Jan-16	11-Jun-16		50.00	659	1	Progr.	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	2.4
							1	Gan.	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	2.4
A80	Colocacion de concreto 20Mpa (Mejoramiento fundación)	16-Jul-16	04-Aug-16		20.00	194		Progr.								
								Gan.								
A81	Tubería solida HDPE SDR11 355mm	15-Aug-16	10-Sep-16		250.00	208		Progr.								
								Gan.								
A82	Corte y reposición de Curb existente	07-Jun-16	26-Jul-16			208		Progr.								
								Gan.								
A83	Colocacion de concreto 20Mpa (zanja tubería)	25-Aug-16	15-Sep-16		700.00	32		Progr.								
								Gan.								
A84	Relleno estructural sobre dado de tubería	04-Sep-16	15-Sep-16		300.00	32		Progr.								
								Gan.								
A84	Instalacion de línea HDPE SDR-7.3 de 14" (RFQ 14)	15-Aug-16	24-Aug-16		1.00	32		Progr.								
								Gan.								
A84	Caja de transicion y caja de valvulas (RFQ Q14)	25-Aug-16	04-Sep-16		1.00	32		Progr.								
								Gan.								
A84	Instalacion de spools 8", 14" Inox, y prueba hidrostática (RFQ 14)	05-Sep-16	09-Sep-16		1.00	32		Progr.								
								Gan.								
A84	Relleno Estructural (Caja de transicion) (RFQ 14)	10-Sep-16	15-Sep-16		1.00	32		Progr.								
								Gan.								
LB2-1.2.2.4 SISTEMA DE DRENAJE POR BOMBEO (EST		08-Feb-16	30-May-16			516	1	-	-	-	-	-	-	-		
LB2-1.2.2.4.1 Tubería 315mm, 355mm		08-Feb-16	30-May-16			516	1	-	-	-	-	-	-	-		
87	Tubería solida HDPE SDR11 355mm	21-Feb-16	28-Mar-16	ml	145.07	77		Progr.								
								Gan.								

Fuente Propia

						SEM 39										
			Linea Base		HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem	
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
	LB2-1.2.2.4 SISTEMA DE DRENAJE POR BOMBEO (EST)	08-Feb-16	30-May-16			516	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
	LB2-1.2.2.4.1 Tuberia 315mm, 355mm	08-Feb-16	30-May-16			516	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
87	Tuberia solida HDPE SDR11 355mm	21-Feb-16	28-Mar-16	ml	145.07	77		Progr.								
								Gan.								
88	Abrazadera de acero	14-Apr-16	27-May-16	und	16.00	44	1	Progr.	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	2.00
							1	Gan.	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	2.00
89	Pernos anclaje de 12mm	14-Apr-16	27-May-16	und	64.00	22	1	Progr.	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	8.00
							1	Gan.	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	8.00
90	Pernos anclaje de 6mm	14-Apr-16	27-May-16	glb	1.00	22	1	Progr.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13
							1	Gan.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.13
91	Plancha de acero de 150mmx150mmx3mm	14-Apr-16	27-May-16	und	32.00	44	1	Progr.	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	4.00
							1	Gan.	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	4.00
A85	Excavacion de zanja para tuberia	08-Feb-16	17-Feb-16		400.00	77		Progr.								
								Gan.								
A86	Tuberia perforada HDPE SDR11 315mm	16-Feb-16	01-Mar-16		100.00	77		Progr.								
								Gan.								
A87	Grava para drenaje	11-Feb-16	30-May-16		400.00	77	1	Progr.	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	23.53
							1	Gan.	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	23.53
A88	Tuberia perforada HDPE 355mm SDR11	21-Feb-16	05-Mar-16		100.00	77		Progr.								
								Gan.								
	LB2-1.2.2.5 CAMINOS Y RAMPAS DE ACCESO	16-Apr-16	22-Dec-16			47,718		-	-	-	-	-	-	-	-	
	LB2-1.2.2.5.1 Rampas de acceso estribo derecho e izquie	20-Sep-16	29-Oct-16			4,206		-	-	-	-	-	-	-	-	
94	Excavacion en roca	20-Sep-16	29-Sep-16	m3	6,081.46	2,928		Progr.								
								Gan.								
95	Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)	30-Sep-16	19-Oct-16	m3-km	4,072.67	361		Progr.								
								Gan.								
96	Transporte de material 3B/3C (d > 1 km)	30-Sep-16	19-Oct-16	m3-km	2,036.34	52		Progr.								

Fuente Propia

						SEM 39										
			Linea Base		HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem	
Iter Actividad			Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH									
A13 Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)			25-Apr-16	09-May-16	m3	1,668.04	1,141	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J
									Progr.							
									Gan.							
LB2-1.2.2.5.4.2 ZONA 2 Progresiva 0+050 a la 0+300			25-Apr-16	27-Jul-16			16,530	1	-	-	-	-	-	-	-	
A10 Desbroce Top Soil			25-Apr-16	30-Apr-16	m3	798.21	497		Progr.							
									Gan.							
A10 Eliminación de material común			25-Apr-16	30-May-16	m3	10,260.40	4,513	1	Progr.	244	244	244	244	244	244	1710
								1	Gan.	244	244	244	244	244	244	1710
A10 Carguío y transporte de Top Soil (d < 1 km)			25-Apr-16	12-May-16	m3	798.21	110	1	Progr.							
								1	Gan.							
A10 Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C			31-May-16	27-Jul-16	m3	15,012.36	646	1	Progr.							
								1	Gan.							
A10 Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)			31-May-16	25-Jul-16	m3	15,012.36	571	1	Progr.							
								1	Gan.							
LB2-1.2.2.5.4.2.4 MURO DE SISTEMA TERRAMESH (SD)			19-Jun-16	24-Jul-16			10,193		-	-	-	-	-	-	-	
A10 Colocación, nivelación y compactación de material 3A			22-Jun-16	24-Jul-16	m3	1,961.00	693		Progr.							
									Gan.							
A11 Selección de piedra de Gaviones			19-Jun-16	25-Jun-16	m3	547.00	1,414		Progr.							
									Gan.							
A11 Colocación, nivelación y compactación de material 2B			28-Jun-16	18-Jul-16	m3	1,554.00	1,074		Progr.							
									Gan.							
LB2-1.2.2.5.4.2.4.1 Conformacion de Gaviones			26-Jun-16	21-Jul-16			7,012		-	-	-	-	-	-	-	
A112 Terramesh, Tipo 1: 2.00x1.00x0.50m			26-Jun-16	08-Jul-16	und	254.00	3,408		Progr.							
									Gan.							
A113 Terramesh, Tipo 2: 2.00x1.00x1.00m			09-Jul-16	16-Jul-16	und	68.00	2,340		Progr.							
									Gan.							
A113 Gaviones, Tipo 3: 5.00x1.00x1.00m			17-Jul-16	21-Jul-16	und	21.00	1,264		Progr.							
									Gan.							

Fuente Propia

								SEM 39								
			Linea Base		HH		F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
Iter Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J		
LB2-1.2.2.6 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE RELAYES	29-Oct-15	18-Aug-16			26,087		-	-	-	-	-	-	-	-		
LB2-1.2.2.6.1 Linea Norte Transporte de Relaves	29-Oct-15	18-Aug-16			26,087	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
117 Excavacion en roca	17-Feb-16	26-Feb-16	m3	622.28	150	1	Progr.									
						1	Gan.									
118 Carguío y transporte de material 3B/3C (d < 1 km)	29-Oct-15	18-Aug-16	m3-km	46,663.18	2,068	1	Progr.	190	190	190	190	190	190	190	1330	
						1	Gan.	172	172	172	172	172	172	172	1203	
119 Transporte de material 3B/3C (d > 1 km)	29-Oct-15	18-Aug-16	m3-km	23,331.59	297	1	Progr.	95	95	95	95	95	95	95	665	
						1	Gan.	86	86	86	86	86	86	86	601	
120 Colocación, nivelación y compactación de material 3B/3C	29-Oct-15	18-Aug-16	m3	46,663.18	2,382	1	Progr.	190	190	190	190	190	190	190	1330	
						1	Gan.	172	172	172	172	172	172	172	1203	
121 48" Pipe HDPE SDR 17, PE 4710 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	ml	700.00	6,151	1	Progr.									
						1	Gan.	10	10	10	10	10	10	10	70	
122 48" Flange Adaptor HDPE SDR 17 PE 4710 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	und	28.00	630	1	Progr.									
						1	Gan.	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	2.80	
123 48" FLG Backing, ANSI/AWwA C207 CL D (175-150 PSI) FF CS A	17-Feb-16	21-Apr-16	und	28.00	723	1	Progr.									
						1	Gan.	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	2.80	
124 48" Pipe-Spool STD wT ERw CS A53-B Type E, Lined with 1/2" TH	17-Feb-16	21-Apr-16	GL	4.00	1,160	1	Progr.									
						1	Gan.	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.40	
125 48" FLG SO, AwwA C207 CLASS D, FF, STL A105 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	und	4.00	445	1	Progr.									
						1	Gan.	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.40	
126 48" V4-04: Knife Gate 150# FF STL, SS 316L HO (reubicación)	17-Feb-16	22-Apr-16	und	2.00	170	1	Progr.									
						1	Gan.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18	
127 28" FLG SO, AwwA C207 CLASS D, FF, STL A105 (reubicación)	17-Feb-16	22-Apr-16	und	2.00	133	1	Progr.									
						1	Gan.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18	
128 48" FLG Blind ANSI/AWwA C207 CL D (175-150 PSI) FF CS (reubi	17-Feb-16	22-Apr-16	und	1.00	66	1	Progr.									
						1	Gan.	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.09	

Fuente Propia

							SEM 39									
				Linea Base		HH	F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
Iter Actividad		Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1	DIA	V	S	D	L	M	M	J	
							1	Gan.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18
127	28" FLG SO, A/W/A C207 CLASS D, FF, STL A105 (reubicación)	17-Feb-16	22-Apr-16	und	2.00	133	1	Progr.								
							1	Gan.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18
128	48" FLG Blind ANSI/A W/A C207 CL D (175-150 PSI) FF CS (reubi	17-Feb-16	22-Apr-16	und	1.00	66	1	Progr.								
							1	Gan.	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.09
129	28" V4-04: Knife Gate 150# FF STL, SS 316L HO (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	und	9.00	594	1	Progr.								
							1	Gan.	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.90
130	28" Pipe-Spool STD W/ ERW CS A53-B Type E, Lined with 1/2" TH	17-Feb-16	22-Apr-16	GL	2.00	176	1	Progr.								
							1	Gan.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.18
131	28" Pipe HDPE SDR 17, PE 4710 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	ML	1,200.00	8,100	1	Progr.								
							1	Gan.	26	26	26	26	26	26	26	181
132	28" Flange Adaptor HDPE SDR 17 PE 4710 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	und	42.00	1,596	1	Progr.								
							1	Gan.	1	1	1	1	1	1	1	4
133	28" FLG Backing, ANSI/A W/A C207 CL D (175-150 PSI) FF CS A	17-Feb-16	21-Apr-16	und	42.00	736	1	Progr.								
							1	Gan.	1	1	1	1	1	1	1	4
134	28" Tee FAB HDPE 125 PSI TO SDR 17 PE 4710 (reubicación)	17-Feb-16	21-Apr-16	und	6.00	510	1	Progr.								
							1	Gan.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6
LB2-1.2.2.7 MANEJO DE AGUAS SUPERFICIALES		27-Jul-16	29-Oct-16			1,988		-	-	-	-	-	-	-	-	
LB2-1.2.2.7.1 Pozas de Infiltracion		30-Jul-16	28-Oct-16			1,558		-	-	-	-	-	-	-	-	
140	Gaviones Tipo A de 5.0x1.0x1.0	21-Aug-16	01-Sep-16	und	18.00	510		Progr.								
								Gan.								
141	Gaviones Tipo B de 5.0x1.5x1.0	02-Sep-16	09-Sep-16	und	14.00	593		Progr.								
								Gan.								
142	Gaviones Tipo E de 2.0x1.0x1.0	10-Sep-16	12-Sep-16	und	1.00	12		Progr.								
								Gan.								
143	Colchon Tipo C de 5.0x1.5x0.3	13-Sep-16	16-Sep-16	und	3.00	38		Progr.								
								-								

Fuente Propia

Anexo 93 - Cuadro No 074 Actividades de la semana 39 del proyecto – 14 de 14

							SEM 39										
				Linea Base		HH		F	Fecha	13-May-16	14-May-16	15-May-16	16-May-16	17-May-16	18-May-16	19-May-16	Total Sem
Iter	Actividad	Inicio	Fin	Unidad	Metrado	HH	1			DIA	V	S	D	L	M	M	J
158	Excavación en roca fracturada (Inc. elim. dp = 1 km)	19-Aug-16	24-Aug-16	m3	20.00	3		Progr.									
								Gan.									
160	Eliminacion de material inadecuado (d < 1 km)	19-Aug-16	25-Aug-16	m3-km	60.00	6		Progr.									
								Gan.									
162	Relleno estructural	24-Aug-16	30-Aug-16	m3	25.00	12		Progr.									
								Gan.									
163	Carguío y transporte de material estructural (d < 1 km)	24-Aug-16	29-Aug-16	m3-km	25.00	1		Progr.									
								Gan.									
165	Concreto f'c=100 kg/cm² para solados	28-Aug-16	28-Aug-16	m3	1.20	3		Progr.									
								Gan.									
166	Concreto f'c=210 kg/cm²	28-Aug-16	03-Sep-16	m3	6.00	22		Progr.									
								Gan.									
167	Concreto f'c=280 kg/cm²	31-Aug-16	06-Sep-16	m3	15.00	60		Progr.									
								Gan.									
168	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm²	31-Aug-16	06-Sep-16	m3	1,500.00	109		Progr.									
								Gan.									
169	Encofrado y desencofrado	31-Aug-16	06-Sep-16	m2	105.00	122		Progr.									
								Gan.									
170	Mampostería de piedra (e=0.20m)	31-Aug-16	06-Sep-16	m3	2.00	15		Progr.									
								Gan.									
177	Tubería HDPE Ø 0.6 m SDR 11 (hacia el decant tunnel)	14-Oct-16	20-Oct-16	ml	10.00	48		Progr.									
								Gan.									
178	Suministro e instalación de Rejilla Metálica	21-Oct-16	29-Oct-16	und	1.00	11		Progr.									
								Gan.									
179	Suministro e Instalación de tubería HDPE Ø 0.15 m	14-Oct-16	14-Oct-16	ml	2.00	3		Progr.									
								Gan.									
180	Suministro e instalación de codo 45° HDPE Ø 0.15 m	14-Oct-16	20-Oct-16	und	1.00	12		Progr.									
								Gan.									

Fuente Propia

Anexo 94 - Cuadro No 075 empleado para el control del levantamiento de restricciones.

TIPO DE CAUSA	DESCRIPCIÓN CAUSA DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA	RESPONSABLE	FECHA REQUERIDA DE LEVANTAMIENTO DE RESTRICCIÓN

Fuente Propia

Anexo 95 - Cuadro No 076 de Control de Restricciones 1 de 7.- Semana 39

Ite	Actividad	Restricciones	Análisis de Restricciones				
			Cumplimiento	Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restricción
			%				
LB2-1 CONSTRUCCIÓN PRESA DE RELAYES							
LB2-1.2 CONSTRUCCIÓN T OBRAS COMPLEMENTARIAS							
LB2-1.2.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES							
16	Movilización de equipar y material a obra		-	-			
17	Desmovilización de equipar y facilidad		-	-			
18	Facilidad en obra (afinar taller y almacenar)		-	-			
19	Equipar permanente (movilización interna en obra de personal)		-	-			
20	Señalización en obra		-	-			
21	Servicio de vigia, control de tránsito.	No se tiene disponibilidad de personal de comunidades para este periodo.	22%	NO	OTROS	Seguimiento y control de la disponibilidad de personal	Jefe del area de Relaciones comunitarias del cliente. 15-Jun-16
22	Control ambiental	Actividad Complementaria	19%	NO	OTROS	Actualizar el plan de manejo ambiental, con los trabajos a ejecutar	Jefe de SSOMA 16-May-16
23	Trazo y replanteo	Actividad Complementaria falta de personal	23%	NO	OTROS	Gestionar Requerimiento de personal	Jefe de Recursos Humanos 25-May-16
24	Mantenimiento de Vías	Actividad Complementaria Identificar tramos	22%	NO	OTROS	Complementar el plan de mantenimiento de Vías	Jefe de Construcción/Supervisor de Caminos 17-May-16
25	Operación de Garza		100%	SI		-	-
26	Tratamiento en Batidera		100%	SI			
LB2-1.2.2 ELEVACIÓN 4115 T OBRAS COMPLEMENTARIAS							
LB2-1.2.2.1 ELEVACION PRESA NIV. 4115: 3A, 2B, 3B, C							
LB2-1.2.2.1.1 Actividades Provisionales							
31	Construcción de pasarela y reestructuración de control ambiental para Pila		-	-			
32	Facilidad para Planta de Asfalto		-	-			
27	Control ambiental		-	-			
35	Confirmación de boma de protección aguas abajo con material 3B		-	-			
36	Instalación de Hitos de monitoreo en el trackfill aguas abajo *		-	-			

Fuente Propia

Ite Actividad	Restricciones	Analisis de Restricciones					
		Cumplimiento		Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restriccion
		%					
36 Instalación de Hitar de manifiesto en el trackfill según abajo *		-	-				
LB2-1.2.2.1.2.1 4105 - 4113							
34 Carquía, transporte y colocación de material 3B/3C *	Cambios de Ingenieria	72%	NO	ING-CLN	Implementar las nuevas tareas para ejecutar los cambios	Jefe de Construccion	29-May-16
LB2-1.2.2.1.2.2 4113 - 4114	Acopios existentes de material 3A intrusivo en la zona de trabajo.						
A1 Carquía, transporte y colocación de material 3B/3C *	Acopios existentes de material 3A intrusivo en la zona de trabajo.		NO	ING-CLN	Coordinar con el cliente la reubicación del los acopios de 3A	Jefe de Construccion	27-May-17
LB2-1.2.2.1.2.3 4114 - 4115							
A2 Carquía, transporte y colocación de material 3B/3C *	Acopios existentes de material 3A intrusivo en la zona de trabajo.		NO	ING-CLN	Coordinar con el cliente la reubicación del los acopios de 3A	Jefe de Construccion	27-May-17
LB2-1.2.2.1.3 Construcción de Muro de Concreto							
38 Encafrado y Dorencafrado para construcción de muro de concreto		-	-				
39 Colocación de concreto para construcción de muro de concreto f'd		-	-				
LB2-1.2.2.1.4 Relleno de Enrocado Grueso/Enrocado (fin)							
41 Carquía, transporte y colocación de material 2B/3C (Salda reemplazo)	Cambios de Ingenieria Uso granulométrico del material 2B, restringe la liberación de copos de 2B lindante.	88%	NO	ING-CLN	Implementar las nuevas tareas para ejecutar los cambios	Jefe de Construccion	22-May-16
LB2-1.2.2.1.5 Relleno de transición 3A							
LB2-1.2.2.1.5.1 4107 - 4113							
43 Carquía, transporte y colocación de material 3A *		114%	SI				
LB2-1.2.2.1.5.2 4113 - 4114							
A6 Carquía, transporte y colocación de material 3A *	Proceso constructivo variado, cambio de procesos constructivo		NO	ING-CLN	Implementar las nuevas tareas para ejecutar los cambios	Jefe de Construccion	28-Jul-16
LB2-1.2.2.1.5.3 4114 - 4115							
A7 Carquía, transporte y colocación de material 3A *	Proceso constructivo variado, cambio de procesos constructivo		NO	ING-CLN	Implementar las nuevas tareas para ejecutar los cambios	Jefe de Construccion	28-Jul-16
LB2-1.2.2.1.6 Relleno de filtrar 2B							
45 Retira y excarificada de material 2B actual *		-	-				
46 Carquía y transporte de material 2B excarificada (d < 1km) *		-	-				
47 Eliminación de material de 2B actual excarificada (d > 1km) *		-	-				
49 Retira e instalación de barandaz y rejar *		-	-				

Fuente de Propia

Ite Actividad	Restricciones	Analisis de Restricciones					
		Cumplimiento		Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restriccion
		%					
45 Retiro e instalaci3n de barandas y zaguas *		-	-				
LB2-1.2.2.1.6.1 4107 - 4113							
48 Cargu'a, transporte y colocaci3n de material 2B *	Demora en liberaciones de QA.	71%	NO	PLAT-CLN	Coordinaci3n previa a las actividades de liberaci3n	Jefe QA/Supervisor QA	19-May-16
A8 Cargu'a, transporte y colocaci3n de material 2B (Copa de Protecci3n)		-	-				
A8.1 Mezclada de Material 2B con Intrusiva (3:1) *		-	-				
LB2-1.2.2.1.6.2 4113 - 4114							
A9 Cargu'a, transporte y colocaci3n de material 2B *	Proceso constructivo variado, cambio de procesos constructivo		NO	ING-CLN	Implementar las nuevas tareas para ejecutar los cambios		24-Jun-16
LB2-1.2.2.1.6.3 4114 - 4115							
A14 Cargu'a, transporte y colocaci3n de material 2B		-	-				
LB2-1.2.2.1.7 Relleam de Murrena							
LB2-1.2.2.1.7.1 Murrena 4105 - 4107							
A19 Colocaci3n Murrena TM3*		-	-				
A21 Colocaci3n Murrena TM6*		-	-				
LB2-1.2.2.1.7.2 Murrena 4107 - 4115							
LB2-1.2.2.1.7.2.1 4107 - 4110							
A24 Colocaci3n Murrena TM6*		-	-				
A25 Colocaci3n Murrena TM12**	Falta de Equipos del contratista	88%	NO	EM-CONT	Aprovisionamiento de equipos por parte del contratista	Jefe de Construcci3n	23-May-16
LB2-1.2.2.1.7.2.2 4110 - 4113							
A27 Colocaci3n Murrena TM6*	Falta de Equipos del contratista	88%	NO	EM-CONT	Aprovisionamiento de equipos por parte del contratista	Jefe de Construcci3n	23-May-16
LB2-1.2.2.1.7.2.3 4113 - 4114							
A29 Colocaci3n Murrena TM6*	Cambio del proceso constructivo		NO	ING-CLN	Ninguna	-	-
LB2-1.2.2.1.7.2.4 4114 - 4115							
A31 Colocaci3n Murrena TM6**		-	-				
LB2-1.2.2.1.7.14 Relleam de Murrena sobre Arfalta							
A15 Colocaci3n Murrena TM6* (Ancha 4 m // Arfalta)		-	-				

Fuente Propia

Anexo 98 - Cuadro No 079 de Control de Restricciones 4 de 7.- Semana 39.

			Analisis de Restricciones					
		Restricciones	Cumplimiento		Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restriccion
Ite Actividad			%					
LB2-1.2.2.1.7.14 Relleno de Marron sobre Asfalto								
A15	Colocación Marrón TM6* (Ancha 4 m // Asfalto)		-	-				
A35	Colocación Marrón TM6* (De 4 m hasta 8.4 m)		-	-				
LB2-1.2.2.1.8 Arena de Relave								
A98	Transporte, colocación, nivelación de Arena de Relave		100%	SI				
LB2-1.2.2.1.9 Concreto Asfáltico								
55	Producción de Concreto Asfáltico	Lluvias y tormentas electricas.	48%	NO	CA-NAT	Implementar la ejecución de tareas no previstas	Jefe de Construccion	13-May-16
LB2-1.2.2.1.9.7 Módulo 4113- 4114, Proq. 0+060 a 1+035								
A34	Carquía, transporte y colocación, nivelación y compactación de ar	Cambios de Ingeniería		NO	ING-CLN	Implemetar los cambios en las actividades predecesoras	Jefe de Construccion	20-Jul-16
A34	Carquía, transporte y colocación, nivelación y compactación de ar	Cambios de Ingeniería	-	-				
A34	Preparación, transporte y colocación de mastic asfáltico Horizontal	Cambios de Ingeniería						
LB2-1.2.2.1.9.8 Módulo 4114- 4115, Proq. 0+060 a 1+035								
A34	Carquía, transporte y colocación, nivelación y compactación de ar		-	-				
A35	Preparación, transporte y colocación de mastic asfáltico Horizontal		-	-				
LB2-1.2.2.1.11 Construcción de curb de concreto en la								
LB2-1.2.2.1.11.2 Apoyo para asfalto en Extribar (20 M)								
A41	Colocación de curb de concreto utilizando máquina extrusora		-	-				
LB2-1.2.2.1.11.3 Termina de curb en Extribar								
62	Colocación de curb de concreto utilizando máquina extrusora		-	-				
63	Colocación de curb empleando encafrado manual		-	-				
64	Instalación de Hitar de monitoreo en la czoza del curb		-	-				
LB2-1.2.2.1.12 Grava Dren Modificada								
LB2-1.2.2.1.12.1 Relleno de G.D.M. 4107 - 4110 (IDT 013)								
A13	Carquía, transporte y colocación de Grava Dren Modificada*		100%	SI				
LB2-1.2.2.1.12.2 Relleno de G.D.M. 4110 - 4113 (IDT 024)								

Fuente Propia

Re Actividad	Restricciones	Analisis de Restricciones					
		Cumplimiento		Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restriccion
		%					
LB2-1.2.2.1.12.2 Balleas de G.D.M. 4118 - 4113 (IDT 924							
A13 Carga, transporte y colocación de Grava Gran Modificada*		•	•				
LB2-1.2.2.1.12.3 Balleas de G.D.M. 4113 - 4114 (IDT 924							
A13 Carga, transporte y colocación de Grava Gran Modificada*							
LB2-1.2.2.1.12.4 Balleas de G.D.M. 4114 - 4115 (IDT 924							
A13 Carga, transporte y colocación de Grava Gran Modificada*		•	•				
LB2-1.2.2.1.13 Intrusión Fina							
LB2-1.2.2.1.13.1 Balleas de I.F. 4118 - 4113 (IDT 924)							
A13 Carga, transporte y colocación de Intrusión Fina*	No se Termina los engrapes entre morras grava modificada. Se dispuso d		NO	ING-CLN	Reprogramar las actividades	Jefe de Construcciones / Oficina Técnica	1-Jul-16
LB2-1.2.2.1.13.2 Balleas de I.F. 4113 - 4114 (IDT 924)		•	•				
A13 Carga, transporte y colocación de Intrusión Fina*							
LB2-1.2.2.1.13.3 Balleas de I.F. 4114 - 4115 (IDT 924)		•	•				
A13 Carga, transporte y colocación de Intrusión Fina*							
LB2-1.2.2.2 REVESTIMIENTO CON GEOMEMBRA							
LB2-1.2.2.2.1 Reparación de geomembras existentes*		•	•				
67 Reparación de geomembras existentes: parchar y cape							
68 Reparación de geomembras existentes: hasta		•	•				
69 Transporte de geomembras		•	•				
70 Instalación de geomembras bituminosa		•	•				
LB2-1.2.2.3 SISTEMA DE DRENAJE POR GRAVEDAD (ES							
LB2-1.2.2.3.1 Tuberia 315mm, 355mm 200mm							
LB2-1.2.2.3.1.2 Sist. drenaje gravedad en estrichas							
LB2-1.2.2.3.1.2.1 Sistema de Drenaje por Gravedad 411							
A53 Excavación de zanjas para tuberías		•	•				
A54 Grava de drenaje al queotill		•	•				
A55 Tubería perforada HDPE SDR11 315mm		•	•				

Fuente Propia

Anexo 100 - Cuadro No 081 de Control de Restricciones 6 de 7. - Semana 39.

	Restricciones	Análisis de Restricciones					
		Cumplimiento		Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restricción
Ite Actividad		%					
A58 Tuberia red de HDPE SDR11 355mm		-	-				
A60 Tuberia red de HDPE SDR11 200mm	Se prolonga la actividad de excavaciones del sistema de drenaje	-	-				
A61 Colocación de concreto 20Mpa (zanja tubería)	Se prolonga la actividad de excavaciones del sistema de drenaje	-	-				
A62 Relleno estructural sobre dada de tubería	Se prolonga la actividad de excavaciones del sistema de drenaje	-	-				
LB2-1.2.2.3.1.2.3.1 Duvie #3, tranvía comunidad							
A63 Conformación de rampa provisional para duvía		-	-				
A64 Duvía de tranvía #3		-	-				
A65 Retiro de capa de rodadura provisional del Duvía #2		-	-				
LB2-1.2.2.3.1.2.4 Sistema de Drenaje por Gravedad 411							
73 Excavación en zanja		-	-				
74 Excavación de zanja con picotón		-	-				
75 Colocación de concreto 20Mpa (zanja tubería)		-	-				
76 Relleno Estructural (Caja colector)		-	-				
77 Acero reforzador (Caja colector)		-	-				
78 Concreto 30Mpa (Caja colector)		-	-				
79 Concreto 30Mpa (Caja colector)		-	-				
83 Tuberia red de HDPE SDR11 355mm		-	-				
84 Tuberia red de HDPE SDR11 200mm		-	-				
84 Instalación de línea de 8", 14" (Spool) (RFO 14)		-	-				
84 Instalación de válvulas 8", 14" y proyección hidráulica (RFO 14)		-	-				

Fuente Propia

Anexo 101 - Cuadro No 082 de Control de Restricciones 7 de 7. - Semana 39.

			Analisis de Restricciones					
		Restricciones	Cumplimiento	Tipo Causa	Medida Correctiva	Responsable	Fecha requerida de Levantamiento de la Restriccion	
Ite Actividad			%					
118	Carquía y transporte de material 3B/30 (4<1km)	Desabastecimiento de material	30%	NO	MAT-CLN	Seguimiento y control de abastecimiento de materiales	Supervision Construccion Cliente	19-May-16
119	Transporte de material 3B/30 (4<1km)	Desabastecimiento de material	30%	NO	MAT-CLN	Seguimiento y control de abastecimiento de materiales	Supervision Construccion Cliente	19-May-16
120	Colocación, nivelación y compactación de material 3B/30	Desabastecimiento de material	30%	NO	MAT-CLN	Seguimiento y control de abastecimiento de materiales	Supervision Construccion Cliente	19-May-16
121	48" Pipe HDPE SDR 17, PE 4710 (reubicación)	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
122	48" Flange Adapter HDPE SDR 17 PE 4710 (reubicación)	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
123	48" FLG Backing, ANSHAWWA C207 CLD (175-150 PSI) FF CS A105	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
124	48" Pipe-Spawl STD WTERW CS A53-B Type E, Lined with 1/2" Thick	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
125	48" FLG SO, AWWA C207 CLASS D, FF, STL A105 (reubicación)	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
126	48" V4-04: Knife Gate 150# FF STL, SS 316L HO (reubicación)	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
127	28" FLG SO, AWWA C207 CLASS D, FF, STL A105 (reubicación)	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
128	48" FLG Blind ANSHAWWA C207 CLD (175-150 PSI) FF CS (reubicación)	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
129	28" V4-04: Knife Gate 150# FF STL, SS 316L HO (reubicación)	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
130	28" Pipe-Spawl STD WTERW CS A53-B Type E, Lined with 1/2" Thick	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
131	28" Pipe HDPE SDR 17, PE 4710 (reubicación)	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
132	28" Flange Adapter HDPE SDR 17 PE 4710 (reubicación)	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
133	28" FLG Backing, ANSHAWWA C207 CLD (175-150 PSI) FF CS A105	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
134	28" Tee FAB HDPE 125 PSI TO SDR 17 PE 4710 (reubicación)	Actividad Concluida (Retraso en la colocacion del material 3B de la Presa	-	-				
LB2-1.2.2.7 MANEJO DE AGUAS SUPERFICIALES								
LB2-1.2.2.7.1 Pozos de Infiltracion								

Fuente Propia

TIPOS DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO		
LOGÍSTICA Y MATERIALES CONTRA	-	LOG-CONT
EQUIPO MECÁNICO CONTRATISTA	10%	EM-CONT
MANO DE OBRA CONTRATISTA	-	MO-CONT
ACTIVIDADES PREVIAS MANO DE C	-	ACT-MO
COORDINACION CONTRATISTA	-	CORD-CONT
ACTIVIDADES PREVIAS QC/QA	-	ACT-QC/QA
ACTIVIDADES PREVIAS SSOMA	-	ACT-SSOMA
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	5%	CA-NAT
ERROR DE PROGRAMACION PROP		EPRG-CONT
LOGÍSTICA Y MATERIALES CLIENTE	14%	MAT-CLN
INGENIERÍA CLIENTE / CAMBIO DE	48%	ING-CLN
ENTREGA Y LIBERACION DE TERRE	5%	PLAT-CLN
OTRAS CAUSAS CLIENTE		OTR-CLN
OTROS CAUSAS TERCEROS	19%	OTROS
	100%	

Fuente Propia

Anexo 103 - Gráfico No 032 Tipos de causas de Incumplimiento.

Fuente Propia

Anexo 104 - Cuadro No 084 – Estrategias para medidas correctivas.

Item	Descripcion
1	Logistica interna. Se busca poner en practica la búsqueda a nivel local, de los recursos necesarios. Así como conseguir recursos de otros contratista cercanos al área de trabajo.
2	Asignacion de recursos en otras acitividades para mitigar el atraso.
3	Capacitación de personal.
4	Uso de nuevas tecnologías que mejorarán el rendimiento , se usará el calentador infrarojo para reducir los tiempos de calentamiento del asfalto y mejorar los rendimientos.
5	Uso de nuevas tecnologias que asegurarán la calidad del producto. Se propuso utilizar el MTB para el abastecimiento del asfalto de forma lateral sin contaminar la capa colocada.
6	Incremento de Jornada Laboral para recuperar el atraso, jornada extendida.
7	Trabajar doble turno. En las actividades criticas para recuperar el atraso.
8	Talleres de produccion con especialista en asfalto. Lluvia de Ideas
9	Copiar y aprender las técnicas de trabajo. Integracion y aprendizaje del equipo especialista en trabajos de asfalto en caliente.

Fuente Propia

Anexo 105 - Tablas No 013 – Tabla de Resultados de la semana 39 a la 70:

N° Reporte	Semana	N° Activ Planif	N° Act Planif Acum	N° Activ Ejecutada	N° Act Ejec Acum	PAC Semanal	PAC Acumula do	PAC Meta	SPI Semanal	SPI Acumul	CPI Semanal	CPI Acumul	
5	19-Sep-15	24-Sep-15						85.0%	1.00	1.000	0.490	0.490	
6	25-Sep-15	01-Oct-15						85.0%	0.99	0.986	0.510	0.508	
7	02-Oct-15	08-Oct-15						85.0%	0.89	0.927	0.476	0.489	
8	09-Oct-15	15-Oct-15						85.0%	0.67	0.817	0.569	0.515	
9	16-Oct-15	22-Oct-15						85.0%	0.72	0.773	0.823	0.619	
10	23-Oct-15	29-Oct-15						85.0%	0.52	0.667	0.682	0.638	
11	30-Oct-15	05-Nov-15						85.0%	0.95	0.735	0.811	0.684	
12	06-Nov-15	12-Nov-15						85.0%	0.50	0.689	0.755	0.693	
13	13-Nov-15	19-Nov-15						85.0%	0.40	0.644	0.688	0.693	
14	20-Nov-15	26-Nov-15						85.0%	0.45	0.615	0.608	0.682	
15	27-Nov-15	03-Dec-15						85.0%	0.85	0.646	0.576	0.662	
16	04-Dec-15	10-Dec-15						85.0%	0.52	0.631	0.510	0.644	
17	11-Dec-15	17-Dec-15						85.0%	0.54	0.621	0.627	0.643	
18	18-Dec-15	24-Dec-15						85.0%	0.73	0.632	0.570	0.634	
19	25-Dec-15	31-Dec-15						85.0%	0.30	0.600	0.513	0.627	
20	01-Jan-16	07-Jan-16						85.0%	0.83	0.620	0.480	0.605	
21	08-Jan-16	14-Jan-16						85.0%	0.45	0.607	0.531	0.600	
22	15-Jan-16	21-Jan-16						85.0%	0.99	0.635	0.536	0.592	
23	22-Jan-16	28-Jan-16						85.0%	0.64	0.635	0.556	0.590	
24	29-Jan-16	04-Feb-16						85.0%	0.79	0.645	0.523	0.584	
25	05-Feb-16	11-Feb-16						85.0%	0.68	0.647	0.501	0.578	
26	12-Feb-16	18-Feb-16						85.0%	0.55	0.641	0.510	0.574	
26	12-Feb-16	18-Feb-16						85.0%	0.55	0.641	0.510	0.574	
27	19-Feb-16	25-Feb-16						85.0%	0.62	0.641	0.570	0.574	
28	26-Feb-16	03-Mar-16						85.0%	0.72	0.644	0.569	0.573	
29	04-Mar-16	10-Mar-16						85.0%	0.47	0.635	0.521	0.571	
30	11-Mar-16	17-Mar-16						85.0%	0.41	0.620	0.496	0.567	
31	18-Mar-16	24-Mar-16						85.0%	0.51	0.613	0.438	0.560	
32	25-Mar-16	31-Mar-16						85.0%	0.70	0.618	0.442	0.551	
33	01-Apr-16	07-Apr-16						85.0%	0.87	0.633	0.503	0.546	
34	08-Apr-16	14-Apr-16						85.0%	0.72	0.638	0.555	0.547	
35	15-Apr-16	21-Apr-16						85.0%	0.34	0.622	0.539	0.547	
36	22-Apr-16	28-Apr-16						85.0%	0.28	0.599	0.522	0.546	
37	29-Apr-16	05-May-16						85.0%	0.41	0.588	0.581	0.547	
38	06-May-16	12-May-16						85.0%	0.52	0.585	0.590	0.549	
38	06-May-16	12-May-16						85.0%	0.52	0.585	0.590	0.549	
39	13-May-16	19-May-16	33	33	12	12	36.36%	36.4%	85.0%	0.70	0.590	0.641	0.553
40	20-May-16	26-May-16	31	64	16	28	51.61%	43.8%	85.0%	0.76	0.597	0.618	0.556
41	27-May-16	02-Jun-16	17	81	12	40	70.59%	49.4%	85.0%	0.70	0.601	0.629	0.559
42	03-Jun-16	09-Jun-16	15	96	11	51	73.33%	53.1%	85.0%	0.70	0.605	0.625	0.562
43	10-Jun-16	16-Jun-16	20	116	16	67	80.00%	57.8%	85.0%	0.84	0.613	0.675	0.566
44	17-Jun-16	23-Jun-16	21	137	17	84	80.95%	61.3%	85.0%	0.73	0.617	0.655	0.570
45	24-Jun-16	30-Jun-16	20	157	16	100	80.00%	63.7%	85.0%	0.82	0.625	0.657	0.573
46	01-Jul-16	07-Jul-16	20	177	16	116	80.00%	65.5%	85.0%	0.80	0.631	0.605	0.575
47	08-Jul-16	14-Jul-16	19	196	16	132	84.21%	67.3%	85.0%	0.84	0.639	0.640	0.578
48	15-Jul-16	21-Jul-16	19	215	15	147	78.95%	68.4%	85.0%	0.84	0.650	0.663	0.583
49	22-Jul-16	28-Jul-16	19	234	16	163	84.21%	69.7%	85.0%	0.88	0.660	0.803	0.593
50	29-Jul-16	04-Aug-16	16	250	12	175	75.00%	70.0%	85.0%	0.93	0.669	0.842	0.601
51	05-Aug-16	11-Aug-16	16	266	14	189	87.50%	71.1%	85.0%	0.81	0.674	0.789	0.607
52	12-Aug-16	18-Aug-16	13	279	11	200	84.62%	71.7%	85.0%	0.82	0.677	0.769	0.610
53	19-Aug-16	25-Aug-16	13	292	12	212	92.31%	72.6%	85.0%	0.95	0.683	0.820	0.615
54	26-Aug-16	01-Sep-16	13	305	11	223	84.62%	73.1%	85.0%	0.82	0.685	0.861	0.619
55	02-Sep-16	08-Sep-16	13	318	12	235	92.31%	73.9%	85.0%	0.87	0.688	0.851	0.622
56	09-Sep-16	15-Sep-16	4	322	4	239	100.00%	74.2%	85.0%	0.84	0.691	0.809	0.625
57	16-Sep-16	22-Sep-16	2	324	2	241	100.00%	74.4%	85.0%	1.00	0.695	0.844	0.628
58	23-Sep-16	29-Sep-16	4	328	3	244	75.00%	74.4%	85.0%	0.91	0.697	0.855	0.631
59	30-Sep-16	06-Oct-16	5	333	4	248	80.00%	74.5%	85.0%	0.88	0.699	0.897	0.633
60	07-Oct-16	13-Oct-16	7	340	6	254	85.71%	74.7%	85.0%	0.95	0.700	0.887	0.635
61	14-Oct-16	20-Oct-16	9	349	8	262	88.89%	75.1%	85.0%	0.93	0.702	0.887	0.636
62	21-Oct-16	27-Oct-16	8	357	7	269	87.50%	75.4%	85.0%	1.01	0.704	0.863	0.638
63	28-Oct-16	03-Nov-16	6	363	5	274	83.33%	75.5%	85.0%	1.00	0.705	0.909	0.639
64	04-Nov-16	10-Nov-16	5	368	4	278	80.00%	75.5%	85.0%	1.05	0.707	0.889	0.640
65	11-Nov-16	17-Nov-16	4	372	3	281	75.00%	75.5%	85.0%	0.92	0.708	0.903	0.641
66	18-Nov-16	24-Nov-16	5	377	4	285	80.00%	75.6%	85.0%	0.96	0.709	0.924	0.643
67	25-Nov-16	01-Dec-16	5	382	5	290	100.00%	75.9%	85.0%	0.93	0.710	0.905	0.643
68	02-Dec-16	08-Dec-16	5	387	4	294	80.00%	76.0%	85.0%	0.98	0.711	0.956	0.644
69	09-Dec-16	15-Dec-16	5	392	4	298	80.00%	76.0%	85.0%	0.99	0.711	0.936	0.645
70	16-Dec-16	22-Dec-16	4	396	4	302	100.00%	76.3%	85.0%	1.00	0.711	0.985	0.645

Fuente Propia

Anexo 108 - Cuadro No 91 Flujo de Caja Libre

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ahorro		163,782	176,826	173,934	97,971	71,764	15,169	2,725	2,812
Costos Directos		-55,000	-55,000	-55,000	-55,000	-55,000	-55,000	-55,000	-55,000
Inversión	-87,000								
Flujo libre de caja	-87,000	108,782	121,826	118,934	42,971	16,764	-39,831	-52,275	-52,188
VAN	-87,000	100,723.72	112,802.04	110,123.68	39,787.51	15,522.57	-36,880.72	-48,403.14	-48,322.28
		100,724	104,446	94,413	31,585	11,410	-25,100	-30,502	-28,196
VAN		171,779.36							

Fuente Propia