PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

"APLICACIÓN DE LA TEORÍA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR EN EL PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AVENIDA NAPO"

AUTORES:
ESTEBAN ARGÜELLO BUITRÓN
ANDRÉS LEDESMA ALARCÓN

DIRECTOR:
ING. PABLO TORRES

QUITO, 2013

DEDICATORIA

Dedicatoria Andrés:

A mi Padre

A mi Madre

A mi Hermana

A Belén y mis Amigos

Dedicatoria Esteban:

A Dios

A mi Papi y Mami

A mi hermano, su esposa y la hermosa Cayetana

A la Tatito

A Lis y Amigos

AGRADECIMIENTO

A nuestro director de disertación, Pablo Torres, por la amistad, consejos y anécdotas a lo largo de toda nuestra vida universitaria.

A nuestros correctores, Fredi Paredes y Paul Enríquez por la amistad y conocimientos impartidos en el aula.

A mis Compañeros y Amigos por las grandes momentos vividos, dentro y fuera de las aulas, a nuestra querida Voyage.

A nuestras familias por su apoyo incondicional.

Y a todos aquellos que fueron parte de nuestra formación profesional.

RESUMEN

La filosofía Lean que tiene su enfoque en la productividad y busca agregarle valor al producto mejorando los procesos productivos eliminando las pérdidas, esta filosofía propone una herramienta desarrollada para la gestión de proyectos, llamado Sistema del Último Planificador (SUP), el cual es un sistema de control de producción que ayuda a rediseñar los sistemas de planificación tradicional, buscando incrementar la fiabilidad de la planificación y por consecuencia, mejorar los desempeños. El sistema provee de herramientas de planificación y control efectivas aun en proyectos complejos, inciertos y/o rápidos. Este sistema está especialmente diseñado para mejorar el control de la incertidumbre aumentando la confiabilidad de los planes. El incremento de la confiabilidad del plan se realiza tomando acciones en diferentes niveles del sistema de planificación.

El objetivo principal de la presente disertación es evaluar el Sistema del Ultimo Planificador, mediante su implementación en la obra de recuperación de aceras y soterramiento de ductos para cableado de servicios en una de las principales avenidas al sur de la ciudad de Quito la av. Napo, con el fin de crear un ambiente estable de trabajo y una planificación semanal confiable.

Luego de un periodo de observación de 7 semanas y un periodo de implementación de 5 semanas en cuatro tramos de la avenida, con una longitud aproximada de 500m de intervención, se logró estabilizar el porcentaje de actividades cumplidas (P.A.C) en 91 % aproximadamente, siendo la principales Causas de No Cumplimiento (C.N.C) la falta de aceptación de los habitantes al proyecto y el clima, es decir, factores externos a la planificación.

Con los resultados obtenidos se pudo concluir que el SUP fue de gran ayuda para la obra y la constructora, con planificaciones semanales estables y flujos de trabajos continuos. El compromiso de las unidades de producción fue el factor más influyente para la aceptación de implementación conjunto con la ayuda de los últimos

planificadores (residentes), se lograron los resultados esperados y el sistema podrá ser aplicado para los siguientes tramos del soterramiento.

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.

TABLA DE CONTENIDO

1. CAPÍTULO I GESTIÓN DE PROYECTOS 1
1.1 Definición de proyecto 1
1.2 Ciclo de vida de un proyecto 2
1.3 La Organización y los Proyectos 4
1.4 Definición de planificación 5
1.5 Objetivos, tareas y subtareas 5
1.6 Descomposición de tareas 6
1.7 Secuencias de tareas 7
1.8 Precedencias 9
1.9 Definición de recursos 10
1.10 Estimación de duraciones y holguras 11
1.11 Programación 12
1.12 Elaboración de los cronogramas 12
2. CAPÍTULO II LEAN CONSTRUCTION O CONSTRUCCION SIN PERDIDAS 18
2.1 Reseña Histórica: 18
2.2 Toyota Production System (TPS): 19
2.3 Just In Time: 20
2.3.1 7 Desperdicios: 21
2.3.2 Jidoka (Autonomía): 22
2.4 Modelo tradicional: 23
2.5 Lean Producción Aplicado a la Construcción: 24
2.6 Lean Thinking: 30
2.7 Comparación modelo tradicional y lean construction: 31
3. CAPÍTULO III SISTEMA ÚLTIMO PLANIFICADOR 33
3.1 Programa maestro: 38
3.2 Planificación intermedia: 39
3.2.1 Análisis de Restricciones: 40
3.2.2 Reserva de trabajo ejecutable: 41
3.3 Planificación semanal: 42
3.3.1 Medición del desempeño del sistema de planificación: 43
3.3.2 Causas de no Cumplimiento: 44
3.4 Estrategia para una metodología de implementación del sistema del último planificador. 45

3.5 Ventajas del sistema del último planificador:..... 46
4. CAPÍTULO IV IMPLEMENTACION DE LA TEORÍA DEL ULTIMO PLANIFICADOR:..... 47
4.1 Introducción:..... 47
4.2 Implementación del sistema:..... 47
4.2.1 Metodología de Implementación..... 51
4.2.1.1 Reunión de Conocimiento del Grupo de Trabajo:..... 51
4.2.1.2 Implementación de la Planificación Intermedia:..... 52
4.2.1.3 Implementación de la Planificación Semanal: 57
5. CAPÍTULO V CONCLUSIONES 72
6. CAPÍTULO VI RECOMENDACIONES 75
7. ANEXOS FOTOGRAFICOS…… 78

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 4
Ilustración 2 (Proyect Management Institute, 2013) 8
Ilustración 3 (Proyect Management Institute, 2013) 14
Ilustración 4 (Proyect Management Institute, 2013) 15
Ilustración 5 (Proyect Management Institute, 2013) 16
Ilustración 6 (Proyect Management Institute, 2013) 16
Ilustración 7 Método Toyota, (Howell 2006) 20
Ilustración 8 Modelo de conversión (Koskela, 1992) 23
Ilustración 9 Nuevo Modelo de Producción (Koskela, 1992) 25
Ilustración 10 Cuadro comparativo de modelos de producción (Koskela, 1992) 26
Ilustración 11 Esquema simplificado de la mejora continua (Koskela, 1992) 29
Ilustración 12 Método Tradicional 34
Ilustración 13 Sistema del Último Planificador 35
Ilustración 14 Comparación Planificación tradicional y Sistema Último Planificador 37
Ilustración 15 Esquema de los planes necesarios del proyecto (Lean Construction Enterprise) 38
Ilustración 16 Análisis de Restricciones 41
Ilustración 17 Incentivos de mejora para la implementación del sistema de gestión Último Planificador 46
Ilustración 18 Intervención de las aceras de la Av. Napo 48
Ilustración 19 63
Ilustración 20 63
Ilustración 21 64
Ilustración 22 65
Ilustración 23 66
Ilustración 24 67
Ilustración 25 67
Ilustración 26 67
Ilustración 27 68
Ilustración 28 68
Ilustración 29 69
Ilustración 30 70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 31
Tabla 2 33
Tabla 3 50
Tabla 4 52
Tabla 5 53
Tabla 6 54
Tabla 7 55
Tabla 8 59
Tabla 9 60
Tabla 10 61
Tabla 11 62
Tabla 12 63
Tabla 13 64
Tabla 14 65
Tabla 15 65
Tabla 16 66
Tabla 17 69

I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción se ha caracterizado por el alto contenido de actividades que no agregan valor en sus procesos y que llevan a una baja productividad (Alarcón, 1988), a principios de los años 90 el IGLC (International Group for Lean Construction) desarrolló un nuevo referencial teórico llamado “Lean Construction” o “Construcción sin perdidas”, una nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas).

El Sistema del Ultimo Planificador representa la aplicación de los principios de “Lean Construction” que es una herramienta creada para la gestión de proyectos en la industria de la construcción y desarrollada por H. Ballard y G. Howell, el SUP no es una herramienta que remplace o compita con los métodos tradicionales de planificación como barras y redes, si no que los complementa y los enriquece, logrando incrementar la fiabilidad de la planificación y mejorando el desempeño mediante el control efectivo de la incertidumbre, esto se consigue aplicando acciones concretas en los diferentes niveles de planificación.

II. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día existe una alta competencia en la industria de la construcción en especial en la contratación pública donde varias empresas concursan para poder adjudicarse un proyecto. Generalmente es adjudicataria la empresa que presente en su oferta el presupuesto más económico y el menor tiempo de ejecución .Para ello las empresas realizan una planeación en base a experiencias obtenidas en proyectos similares ya ejecutados.

Las empresas constructoras poco se han interesado en la planificación y en el control de sus obras todavía unos se limitan a la experiencia e intuición de los ingenieros y desarrollan los proyectos sin una planificación formal y bajo ningún tipo de controles. Hay casos donde la planificación no se cumple desde el primer día de ejecución lo que obliga una re planificación lo que reduce las holguras y genera dificultades, riesgos y retrasos en la ejecución ocasionando una gran pérdida de recursos.

Es por ello que filosofías como la de Lean que tiene como herramienta el Sistema del Último Planificador, que busca disminuir las perdidas en el proceso constructivo, identificando los problemas de raíz, ejecutando acciones necesarias para ajustar el desarrollo de las operaciones y aumentando la productividad.

III. ALCANCE

El propósito de este proyecto de tesis es aplicar las técnicas del Sistema de Ultimo Planificador, en una obra de RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO que es una de las principales avenidas del sur de Quito. La finalidad es lograr realizar una planificación semanal que sea confiable para llegar a tener un flujo de trabajo continuo, eliminando las posibles restricciones que impidan la normal ejecución del trabajo.

IV. OBJETIVO GENERAL

Incrementar la confiabilidad de la planificación y mejorar los desempeños de producción mediante la implementación del sistema de control “Ultimo Planificador” en un proyecto de soterramiento de cables en la Av. Napo

V. OBJETIVO ESPECIFICOS

- Resumir la filosofía del Sistema del Último Planificador identificando sus principales argumentos e Indicadores que utiliza para su implementación.
- Desarrollar un ambiente de trabajo disciplinado, orientado al trabajo en equipo, motivando a cada persona a rendir su máximo esfuerzo
- Realizar una planificación semanal confiable, liberando de la incertidumbre y la variabilidad en los procesos constructivos.
- Medir el Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) y determinar las Causas de No Cumplimiento (CNC) para evaluar el avance de lo planificado semanalmente y tomar las correctivas necesarias en caso de requirarlas.
- Propiciar reuniones semanales de coordinación para implementar la planificación

VI. METODOLOGIA

Primero se procederá a un análisis completo de cómo se va a desarrollar la obra, entender todas las actividades, procesos constructivos a realizarse y analizar la planificación tradicional propuesta, controlando si se cumple o no, señalando sus principales fallas, partiendo de esto se realizara una programación semanal que

permitirá analizar las actividades en una ventana de tiempo más corta. Posteriormente se procederá a la medición de productividad a través de un índice que mide el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC); se realizara un análisis de las Causas de No Cumplimiento (CNC) de las actividades programadas, se dictaran charlas al personal involucrado directamente con el proyecto con la finalidad de crear un compromiso con la planificación y así lograr los objetivos propuestos.

1. CAPÍTULO I GESTIÓN DE PROYECTOS

1.1 Definición de proyecto

La necesidad de las organizaciones públicas y privadas de mantenerse en constante crecimiento y competitividad, establece ejecutar acciones coordinadas, debidamente planificadas. Estas acciones generalmente implican ejecutar operaciones y proyectos, y aunque los dos pueden superponerse, cada uno tiene sus propias características. Existen cosas en común entre las operaciones y los proyectos, siendo estas:

- Su realización se basa en un equipo
- Tienen limitaciones de recursos
- Tienen condicionantes de alcance y calidad
- Deben ser planificados, ejecutados y controlados

La principal diferencia entre las operaciones y los proyectos es la temporalidad, es decir, las operaciones son de carácter permanente en el quehacer diario de la organización, en tanto el proyecto está definido por un plazo específico, dado por las condiciones en las cuales se necesita solventar la necesidad presentada.

Las organizaciones realizan dos tipos de trabajo, o dicho de otra manera hay dos maneras en que el trabajo puede llevarse a cabo: mediante procesos de trabajo (operaciones) o mediante proyectos.

De esta manera, un proyecto se puede definir como un “emprendimiento único, temporal con el único objetivo de crear un resultado, producto o servicio”

La temporalidad es la principal característica del proyecto. Si un proyecto no tiene un plazo totalmente definido, es una operación. Es único ya que el producto o el servicio, tiene sus propias características de ejecución y conceptualización, tanto que lo distingue del resto de productos o de servicios.

Los ejemplos de proyectos incluyen:

.

- Desarrollar o adquirir un nuevo o modificado sistema de información.
- Construir un edificio, una carretera.
- Construir un sistema de agua para una comunidad en un país.
- Una campaña política.

El principal documento que sustenta la programación de un proyecto, es el CRONOGRAMA.

1.2 Ciclo de vida de un proyecto

Al ser un proyecto un esfuerzo temporal, estos están sujetos a una serie de fases o etapas, los mismos que al cumplirse logran el éxito del proyecto.

De esta manera se establecen cinco fases:

- Iniciación: se definen las necesidades elementales que permiten desarrollar el proyecto, las especificaciones y normas que deben cumplirse, para aceptar el proyecto;

- Planificación: Determinar las estrategias, acciones y decisiones que se requieran para ejecutar el proyecto en condiciones óptimas;
- Ejecución: es la implementación de las acciones definidas en la planificación;
- Control: son las acciones y procesos que deben llevarse para garantizar que la ejecución se está cumpliendo en los términos previamente establecidos;
- Cierre: son los procesos que conducen a transferir los resultados del proyecto al cliente o dueño del proyecto.

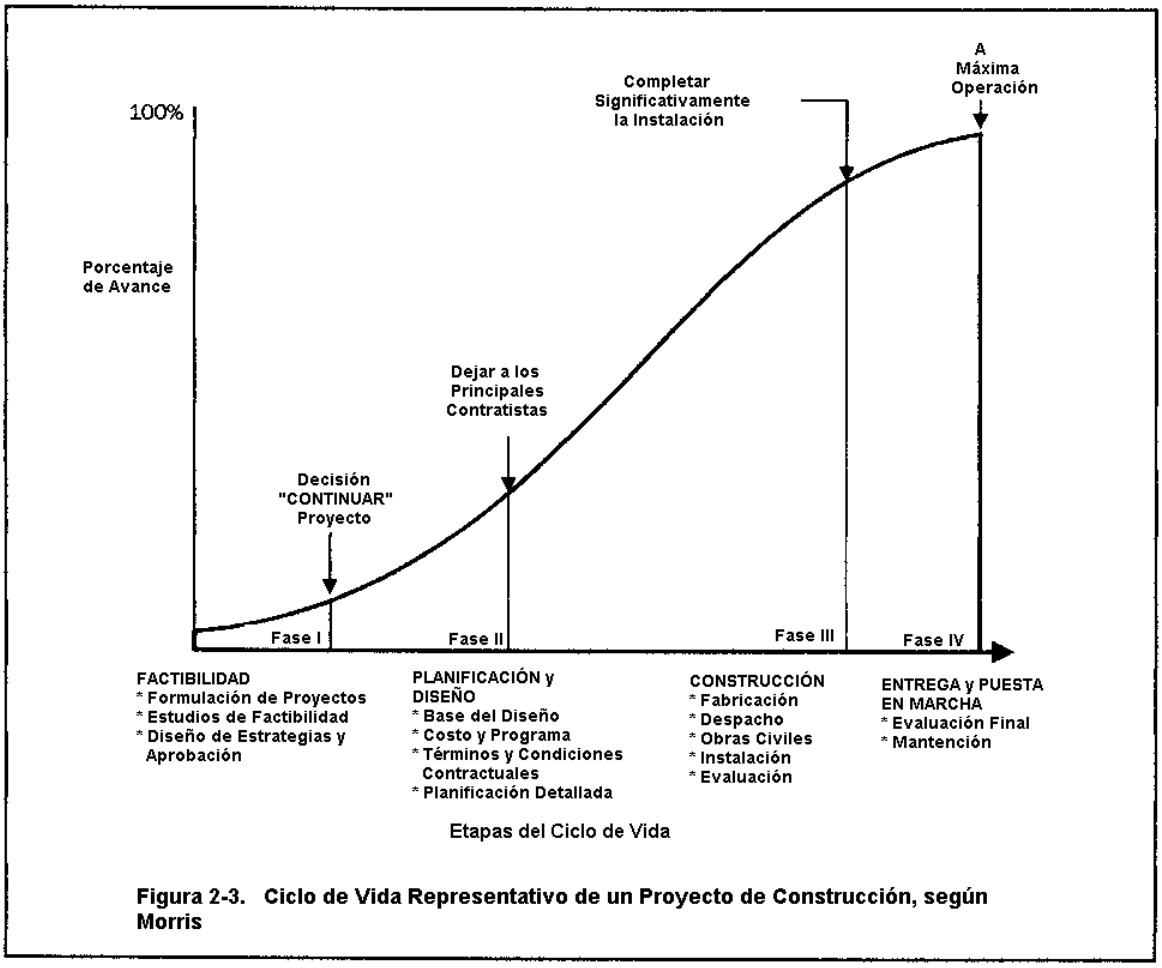


Figura 2-3. Ciclo de Vida Representativo de un Proyecto de Construcción, según Morris

Ciclo de vida de un proyecto de construcción (Proyect Management Institute, 2013)

Ilustración 1

1.3 La Organización y los Proyectos

De una manera global, se puede decir que todas las organizaciones necesitan emprender, en iniciativas de crecimiento o eliminar puntos que impidan su desarrollo, de tal manera que puedan mantenerse vigentes ante los cambios permanentes que establece la sociedad, y por ende todo su sistema social, productivo y económico.

Las organizaciones al ser núcleos de desarrollo, deben enfrentar estas necesidades o aprovechar de las oportunidades que los mercados presentan.

De esta manera, cada día más empresas hallan en los proyectos las oportunidades para su desarrollo y vigencia. Cada proyecto colabora estrechamente con el crecimiento y permanencia de la organización en el medio en el que se desenvuelve.

Prácticamente no hay organización que no requiera realizar proyectos para continuar avanzando. Proyectos como carreteras, aeropuertos, casas, edificios, estadios, hospitales, desarrollo de medicamentos, proyectos de atención a comunidades, desarrollo de computadores, software, automóviles, juguetes, electrodomésticos, hasta desarrollo de armamento, son ejemplos claros que detrás de ello hay una organización que los ejecuta.

Antiguamente se establecía que las organizaciones debían realizar proyectos como parte de la rutina usual, desmereciendo la importancia de los mismos. Actualmente, muchas organizaciones dedican personal especializado que se encarguen de la gestión de los proyectos, con el único fin de que los proyectos sean ejecutados en condiciones exitosas.

1.4 Definición de planificación

Todo proyecto conlleva la realización de una serie de actividades para su desarrollo.

La distribución en el tiempo de dichas actividades y la consideración de los recursos necesarios son las funciones a desarrollar en la planificación de proyectos.

El objetivo de la planificación de proyectos es obtener una distribución de las actividades en el tiempo y una utilización de los recursos que minimice el coste del proyecto cumpliendo con los condicionantes exigidos de: plazo de ejecución, tecnología a utilizar, recursos disponibles, nivel máximo de ocupación de dichos recursos, etc.

Por tanto la planificación de proyectos es una programación de actividades y una gestión de recursos para obtener un objetivo, cumpliendo con los requisitos exigidos por el cliente.

1.5 Objetivos, tareas y subtareas

El objetivo de un proyecto es el alcanzar un resultado sobre la base de una serie de acciones y decisiones que encajen en las disposiciones definidas en un proceso de planificación.

Pero debe dejarse claro que un objetivo del proyecto para que sea considerado como tal, debe estar perfectamente limitado en:

- Calidad: Propósito para el cual fue ejecutado, en base de las especificaciones deben haberse cumplido.
- Costo: El proyecto debe ejecutarse en los montos establecidos, procurando no excederse de las desviaciones planificadas.
- Plazo: El proyecto debe ejecutarse en los períodos definidos.

El balance adecuado de estas tres variables garantiza que los objetivos sean realistas y dimensionados adecuadamente. Por ejemplo, si se exige una alta calidad para un proyecto, las condicionantes de costo y plazo tendrán una relación proporcional. No se puede exigir un proyecto de alta calidad en plazos reducidos o subestimados, procurando disminuir costos.

Pero el objetivo del proyecto, o los objetivos, para que puedan ejecutarse, necesitan haber sido analizados en un nivel inferior, uno o varios niveles que permitan controlar el cumplimiento de los objetivos. A estos niveles se los conoce como los paquetes de ejecución, o más conocidos como TAREAS y SUBTAREAS.

Cada tarea tendrá, como parte del objetivo, sus condicionantes de plazo, costo y calidad, y si las tareas tienen un siguiente grado de análisis, es decir subtareas, nuevamente presentarán las diferentes condiciones de plazo, costo y calidad.

1.6 Descomposición de tareas

Un proyecto inicia en el mismo momento que se establecen las especificaciones y parámetros de ejecución. El objetivo o meta del proyecto, establece que la ejecución del mismo sea realizada con el cumplimiento de actividades y tareas, que con su cumplimiento, se consumarán las especificaciones y parámetros establecidos.

La descomposición de tareas busca llegar a definir elementos manejables, tal que sea factible de planear, ejecutar y controlar. Cada tarea tiene un entregable o resultado, sea tangible o intangible. Se conoce como tangibilidad a los resultados que son medibles, cuantificables sin criterios subjetivos. La intangibilidad se asocia a resultados que están en función de criterios, basados en la experiencia y competencia de profesionales altamente cualificados.

Las tareas y subtareas dependen del objetivo planteado, es por esto que la ejecución adecuada de las tareas garantiza el cumplimiento de los objetivos propuestos para el proyecto.

El principal resultado que se obtiene de la descomposición de tareas es un documento conocido como Estructura de Desagregación de Trabajos (Work Breakdown Structure), el mismo que está orientado a que los planificadores puedan definir el alcance total del proyecto. Las tareas deben tener una definición de alcance tal que el GERENTE DE PROYECTO pueda decidir qué acciones deben tomarse con el fin de realizar sus procesos de planificación y control. Las tareas o subtareas, o como se las suele llamar, los paquetes de trabajo, deben permitir ser parte de un plan de proyecto y su correspondiente. Las tareas que no se puede incluirlas en el plan, no son parte del proyecto.

Como fruto de haber descompuesto adecuadamente el proyecto, se pueden asignar a las tareas los recursos y plazos requeridos, por lo cual se logran obtener resultados adicionales, tales como:

- Organigramas y descomposición de responsabilidades;
- Descomposición de los recursos;
- Lista de materiales

1.7 Secuencias de tareas

Tener una lista de actividades perfectamente definidas, permiten lograr la visión que requiere el proyecto para ser ejecutado en condiciones exitosas. Pero, ¿cómo las actividades o tareas deben relacionarse para que no haya conflictos de ejecución? Esta es la razón para proceder a emprender en un proceso de secuenciar actividades al momento de realizar la planificación.

La secuencia de las actividades implica identificar y documentar las relaciones lógicas desarrollados mediante varias iteraciones. Las actividades se deben ordenar apropiadamente para apoyar posteriormente a la ejecución de un cronograma realista y realizable. La secuencia puede desarrollarse con la ayuda del computador (ejemplo: software de gestión de proyectos como MS Project, Primavera Survey, Milestone develpment) o con técnicas manuales.

“A menudo, las técnicas manuales son más efectivas en proyectos más pequeños y en las primeras etapas o fases de aquellos proyectos de mayor envergadura, cuando se dispone de poco detalle” (Proyect Management Institute, 2013). Ninguna de las técnicas son perfectas, pero si es una buena elección hacer combinaciones de ambas.

Una vez establecidas las condiciones necesarias para la realización de una adecuada secuencia de actividades, es importante definir métodos o técnicas que permitan enlazar adecuadamente las tareas. Para esto, el método más conocido y validado es el conocido como MÉTODO DE DIAGRAMACIÓN DE PRECEDENCIAS.

Este método construye un diagrama donde cada nudo (o nodo) constituye una actividad del proyecto, y mediante flechas se determina como deben ejecutarse las actividades para completar el proyecto en condiciones exitosas.

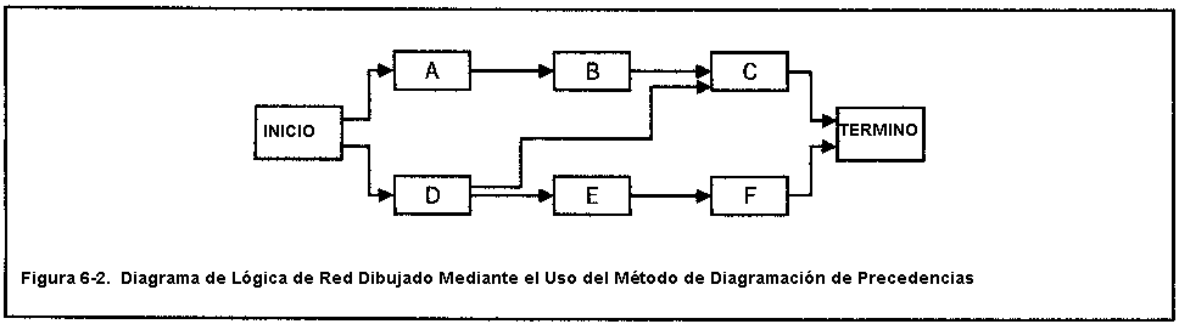


Figura 6-2. Diagrama de Lógica de Red Dibujado Mediante el Uso del Método de Diagramación de Precedencias

Ilustración 2 (Proyect Management Institute, 2013)

Finalmente y como resultado de este trabajo, que posiblemente es uno de los de mayor importancia para la ejecución y control de un proyecto, se define un DIAGRAMA DE RED DE PROYECTO, o simplemente LA RED DE PROYECTO.

La red no será más que un esquema sistemático que muestra todas las actividades del proyecto y las relaciones lógicas (dependencias) que se dan entre estas. Esta red puede ser realizada de forma manual o mediante un computador. Puede incluir todos los detalles del proyecto, o ser un resumen de actividades. Lo importante es que el diagrama sea acompañado de un documento que describa los criterios básicos para establecer las relaciones.

Usualmente las redes de proyecto se las conoce como DIAGRAMAS PERT (Program Evaluation and Review Technique – Técnica de revision y evaluación del programa), ya que históricamente estos procesos se basaban en un análisis mediante diagramas de red.

Una vez establecidas las duraciones de las actividades y las características de las precedencias, se determina mediante la red cual es la secuencia más larga de actividades, y que si se produce un retraso en esta secuencia el proyecto se retrasará.

1.8 Precedencias

Cuando en proyectos se hablan de precedencias, se refiere a cuál es la manera o cual es la secuencia más adecuada para que una tarea se enlace con la siguiente en su secuencia lógica.

De esta manera, existen tres tipos de precedencias y son:

- Fin – Comienzo: la tarea siguiente no puede iniciarse si la predecesora no ha finalizado. No se puede colocar el techo de una casa si no se ha terminado la estructura.

- Fin – Fin: Una tarea no puede concluir si su predecesora no finaliza. Como ejemplo podemos citar, no se puede finalizar la colocación de ventanas si las paredes no finalizan;

- Comienzo – Comienzo: una tarea inicia simultáneamente con el inicio de su predecesora. Un ejemplo usual de esto es que el diseño de un software de una empresa inicia simultáneamente con la evaluación de los equipos que dispone esta.

1.9 Definición de recursos

Todas las actividades para ser ejecutadas requieren una cantidad referencial de recursos, los mismos que tienen disponibilidades o capacidades máximas para ejecutar una tarea. Esta disponibilidad permite en muchos de los casos definir un rendimiento, o dicho de otra manera, la capacidad del recurso de realizar un trabajo totalmente definido en un período determinado.

Existen tres tipos de recursos: humanos, materiales y económicos

La disponibilidad y capacidad del recurso, será la base para definir las duraciones de las tareas. Adicionalmente, la capacidad de la organización de disponer mayores o menores recursos, estará directamente ligada a la definición de las duraciones previstas.

Debe dejarse claro que el éxito en la definición de recursos, es definir los ESTRICTAMENTE NECESARIOS, y de esta manera evitar rendimientos bajos por falta de recursos, o tener pérdidas económicas por disponer de recursos subutilizados en el proyecto. En cualquiera de los casos, las pérdidas económicas son graves por mala estimación de recursos.

1.10 Estimación de duraciones y holguras

Contando con la hipótesis de que los recursos definidos son los necesarios, es el momento de definir cuáles serán las duraciones efectivas del proyecto, las que permitirán ejecutarlo en condiciones fiables y reales.

Anteriormente se dijo que la base de la definición es una adecuada definición de recursos y sus correspondientes rendimientos. Es cierto, pero, existen otros criterios y técnicas que deben tomarse en cuenta para la determinación de una duración.

Las técnicas y herramientas principales son:

- Duraciones sobre bases cuantitativas: que es la de rendimientos, y se ha analizado en suficiente profundidad.

- Juicios expertos: los juicios expertos guiados por información histórica deben ser usados siempre que sean posibles, ya que son los criterios de personas que tienen pleno conocimiento de las situaciones que pueden provocarse en el tipo de proyecto que se está incursionando. Estos juicios, cuando son emitidos por gente especializada, son un factor de alta credibilidad para disminuir los riesgos e incertidumbres en los proyectos.

- Estimaciones análogas: También conocidas como ESTIMACIONES ARRIBA-ABAJO, usando la duración real de una actividad previa, define cuáles serán las actividades similares a la ya realizada, y se estima la duración de la actividad similar siguiente sobre la base de las duraciones obtenidas. Esta situación es muy común cuando la información acerca del proyecto es limitada. Las estimaciones análogas son una forma de Juicio Experto.

- Reservas: Los equipos de proyecto puede escoger la incorporación de tiempos adicionales, usualmente llamados reservas, contingencias u holguras.

El resultado final de cada proceso, es la definición de la duración que tomará cada tarea, cuáles serán las holguras, y como se tratarán las holguras en la gestión del proyecto.

1.11 Programación

La programación es el resultado de una trabajo adicional, que basado en la planificación, determina la necesidad de recursos para ejecutar las actividades que el proyecto requiere para ser ejecutado en los términos definidos.

La programación nos permitirá analizar las condiciones en las cuales deberán ejecutarse las actividades, la secuencia de las mismas, las condicionantes de ejecución.

1.12 Elaboración de los cronogramas

Como actividad final, se establecen las fechas de inicio y finalización de cada una de las actividades de proyecto. A esto le llamamos cronogramas

“El proceso de desarrollo del programa debe ser, a menudo, iterativo” (Proyect Management Institute, 2013), ya que a lo largo del proceso pueden presentarse datos adicionales que permiten establecer duraciones más acertadas de las diferentes actividades.

A más de los datos anteriormente señalados, esto es: tareas, duraciones, holguras y secuencias, existirán una serie de datos complementarios que se requerirán para definir adecuadamente el cronograma, y son:

- Calendario: Se deberán identificar los períodos que sean admisibles trabajar, cuando los recursos estarán disponibles, que actividades afectarán al calendario establecido, como los feriados, vacaciones y más datos afectarán al desarrollo del proyecto.
- Restricciones: Son factores que limitarán las opciones del equipo de proyecto.
- Características propias de la actividad: en este punto se incluyen características como cuáles son los recursos asignados, área geográfica y tipo de actividad, son

muy importantes para ordenar las actividades de una forma que sea convenientes para los diferentes usuarios del cronograma.

Con todos estos datos, mediante el empleo de diferentes técnicas, las que pueden ser usadas de forma única, complementaria o simultánea, se procede con la determinación del cronograma del proyecto.

Las principales técnicas son:

- Análisis matemáticos: Estos análisis incluyen cálculos teóricos de fechas de inicio y finalización, definiendo cuales serían las fechas tentativas y las holguras que se disponen para el inicio y finalización de la actividad. Los resultados de estos análisis no son los cronogramas, pero indican los períodos en que las actividades podrían ser programadas con los recursos disponibles. Las principales técnicas matemáticas son:
    - Método de la ruta crítica o Critical Path Method (CPM): calcula de forma simple, los las fechas iniciales y finales en los cuales puede arrancar y finalizar una actividad, basado en una secuencia de tareas y una estimación simple de la duración de cada actividad. El enfoque del CPM es basado en el cálculo de las holguras que determinan que actividades tienen flexibilidad para postergar su ejecución si retrasar el proyecto, y que actividades no tienen holguras.
    - Técnica de Revisión y Evaluación del Programa o Program Evaluation Review Technique (PERT): se usa sobre un amplio promedio de duraciones estimadas. Se basa en un análisis estadístico, mediante el cual se premia el valor de las estimaciones en función de identificar duraciones optimistas, reales y pesimistas. Difiere del CPM principalmente en que la distribución estadística empleada en el CPM es la media o la más común. Actualmente es raramente empleado.

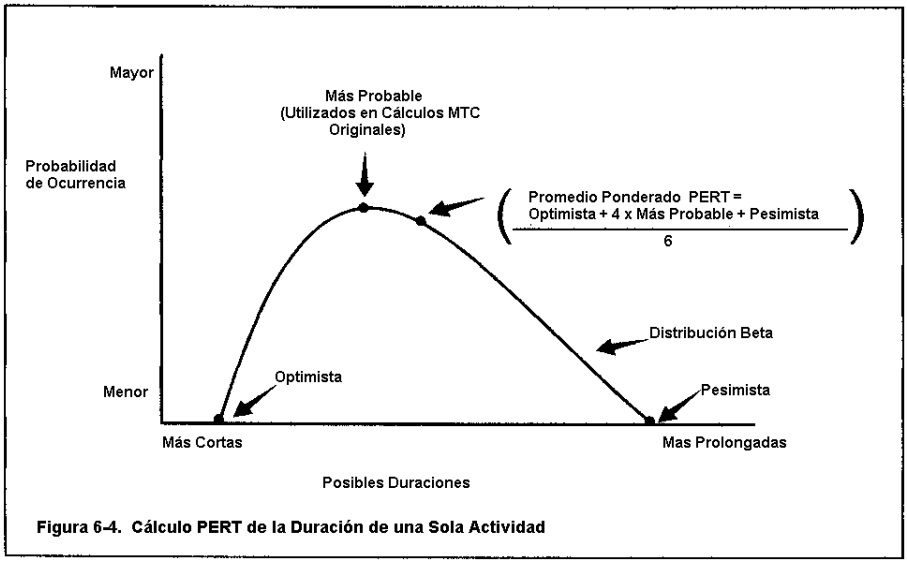
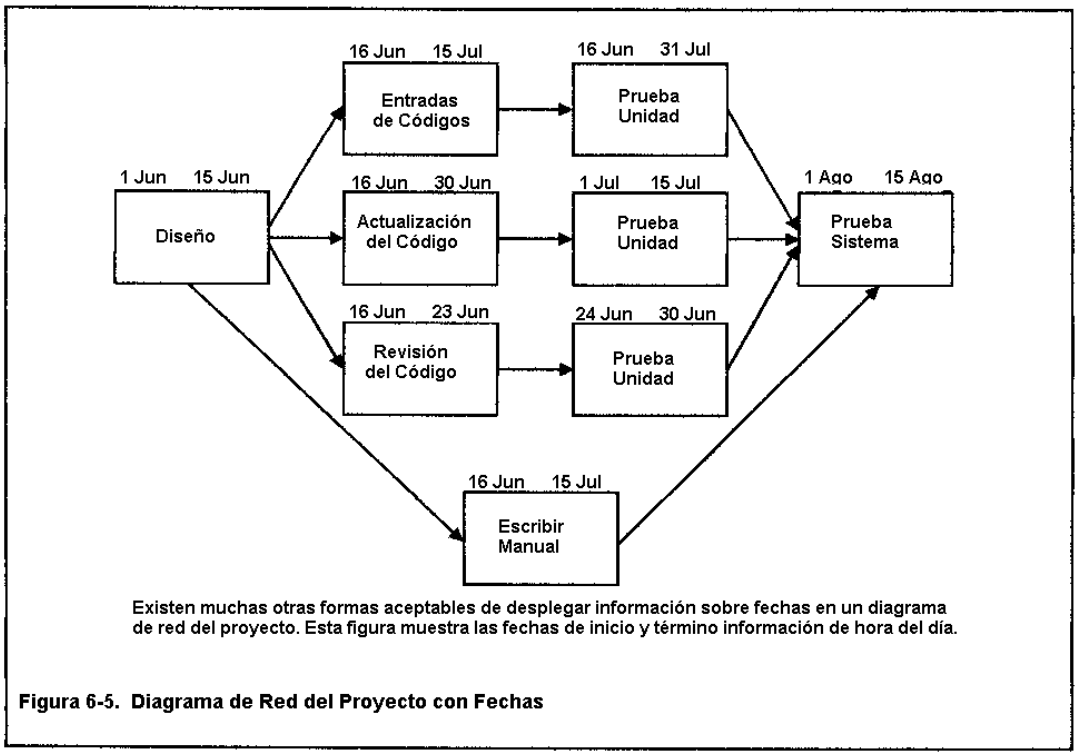


Ilustración 3 (Proyect Management Institute, 2013)

- Programas de gestión de proyectos: Actualmente, existe una serie de programas que permiten llevar los cronogramas de una forma fácil y de con capacidades de iterar casi ilimitadas.

  Independiente, de la técnica que se emplee, los resultados tangibles de la elaboración de los cronogramas, son:

- Diagramas de red de proyecto con toda la información añadida. Estos cuadros usualmente muestran tanto la lógica del proyecto y las actividades que forman parte de la ruta crítica.



Existen muchas otras formas aceptables de desplegar información sobre fechas en un diagrama de red del proyecto. Esta figura muestra las fechas de inicio y término información de hora del día.

Figura 6-5. Diagrama de Red del Proyecto con Fechas

Ilustración 4 (Proyect Management Institute, 2013)

- Cuadros de barras: también conocidos como diagramas Gantt, muestran los inicios y terminaciones de las actividades, como también las duraciones esperadas, y en algunas ocasiones las dependencias. Son relativamente fáciles de leer, y son las más usadas para presentaciones y seguimientos de proyectos.

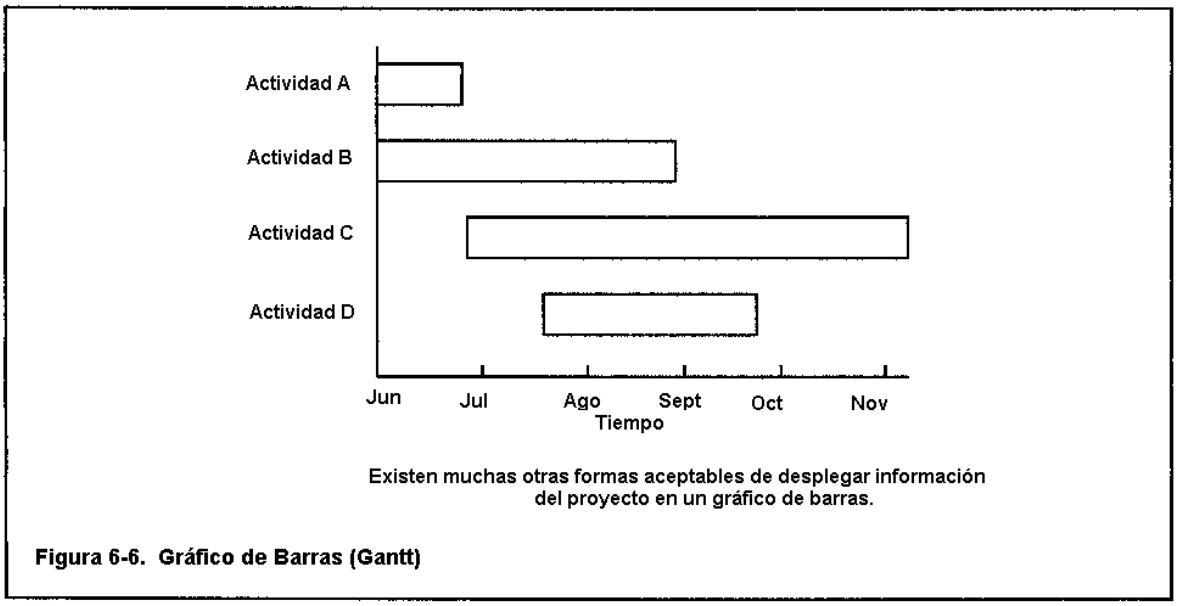


Ilustración 5 (Proyect Management Institute, 2013)

- Cuadros de hitos: son similares a los cuadros de barras, pero solamente identifican los calendarios de inicio y finalización de los principales productos e interfaces esenciales para el adecuado desarrollo del proyecto.

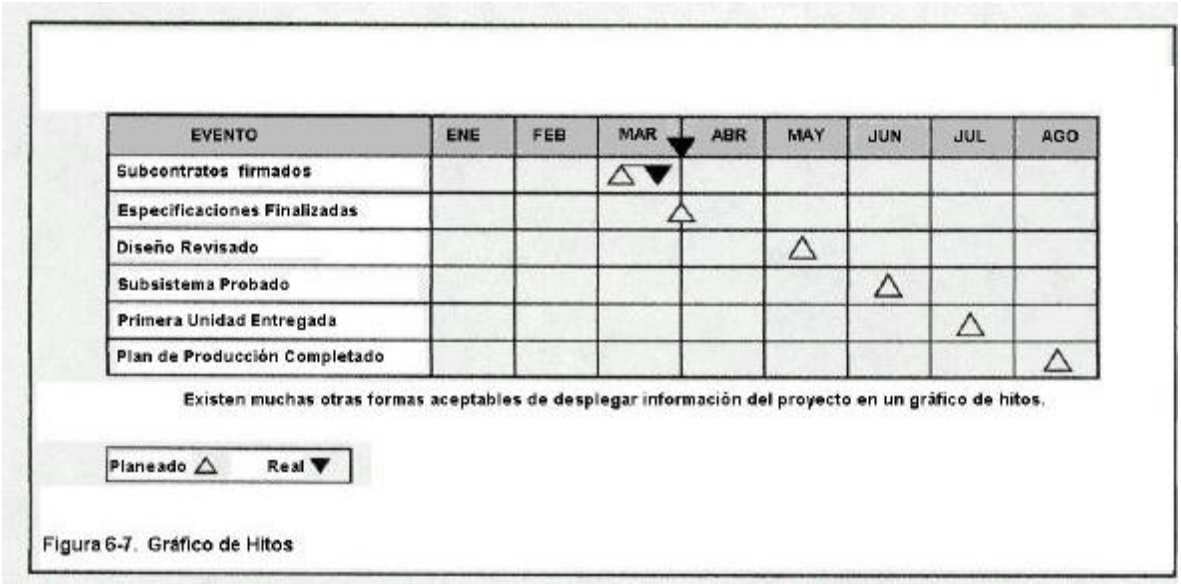


Ilustración 6 (Proyect Management Institute, 2013)

Hoy en día el encargado de la planificación y gestión de un proyecto tiene acceso a una serie de herramientas y técnicas para la planificación y control de la ejecución de un proyecto. Pero obviamente, para manejar un proyecto de cualquier tamaño se requiere el conocimiento técnico de la disciplina de aplicación del proyecto, que permita planificar y tomar las decisiones lógicas y progresivas, la organización apropiada, el uso correcto de los recursos humanos, materiales y económicos. Es necesario también tener un conocimiento claro de los plazos y duración de cada una de las actividades y el manejo adecuado de la documentación.

La Filosofía Lean Construction actúa sobre los flujos productivos con el fin de desarrollar sistemas que permitan disminuir las perdidas en el proceso constructivo. Uno de estos sistemas de para el control de la producción es el Sistema del Ultimo Planificador.

2. CAPÍTULO II LEAN CONSTRUCTION O CONSTRUCCION SIN PERDIDAS

2.1 Reseña Histórica:

La Filosofía de la Construcción sin pérdidas o Lean Construction, nace a través del nuevo sistema que se implementó en las industrias que se denomina Lean Production o Lean Manufacturing.

En 1910 las empresas automotrices también empezaron a establecer métodos de producción, uno de ellos fue el sistema creado por de Henry Ford llamado el “Fordismo”; que era la línea de montaje del vehículo Ford T, la cuál era una producción en cadena debido a que era un vehículo estándar, la filosofía de Ford era: “Cualquier cliente puede tener el coche del color que quiera siempre y cuando sea negro”, esto no solo por el hecho de seguir una misma línea de producción, sino que el color negro tenía un tiempo de secado más corto y por esto la producción de los autos era más rápida.

En 1930 Toyota implementó su propio sistema de producción, debido a que se observó gran cantidad de desperdicio en el sistema de Ford como también abandono de las necesidades del cliente; entonces Toyota implementó una serie de innovaciones a su sistema de producción con la cual facilitaron la continuidad en el flujo de materiales, flexibilidad a la hora de fabricar distintos productos y mejorar la calidad de vida de los operarios liberándolos de las tareas repetitivas.

Ya en los años 90, Lauri Koskela adecua la filosofía Lean Production y sistematiza los conceptos del mejoramiento continuo, creando así una nueva filosofía de planificación de proyecto en la construcción, reformulando los conceptos tradicionales de planificación y control de obras, a esta nueva aplicación se le conoce como Lean Construction.

2.2 Toyota Production System (TPS):

Toyota Production System fue quien dio el impulso para iniciar la nueva filosofía de producción, es por esto que se le denomino la “filosofía por excelencia”, y se basa en 3 puntos básicos:

- Eliminación de todo tipo de desperdicio.
- La mejora permanente de calidad y de productividad.
- Respeto por el trabajador.

Lo que buscaba principalmente la nueva filosofía era tener la flexibilidad y fiabilidad necesarias para satisfacer las necesidades del cliente, que tiene por ideas básicas las siguientes:

- Eliminación del inventario y perdidas
- Identificación y eliminación de desperdicios en los procesos.
- Cooperación de los diferentes proveedores para conseguir un flujo de material estable y constante, en la cantidad adecuada, con la calidad asegurada y el momento que sea necesario.
- El respeto por el trabajador.
- Limitación de la producción a parte pequeñas.
- Reducir o simplificar su estructura de producción.

A la estructura del TPS le sostienen dos columnas fundamentales para su desarrollo que son: Just-In-Time (JIT) y Jidoka (Automatización con un toque humano), que se lo representa en la siguiente figura:

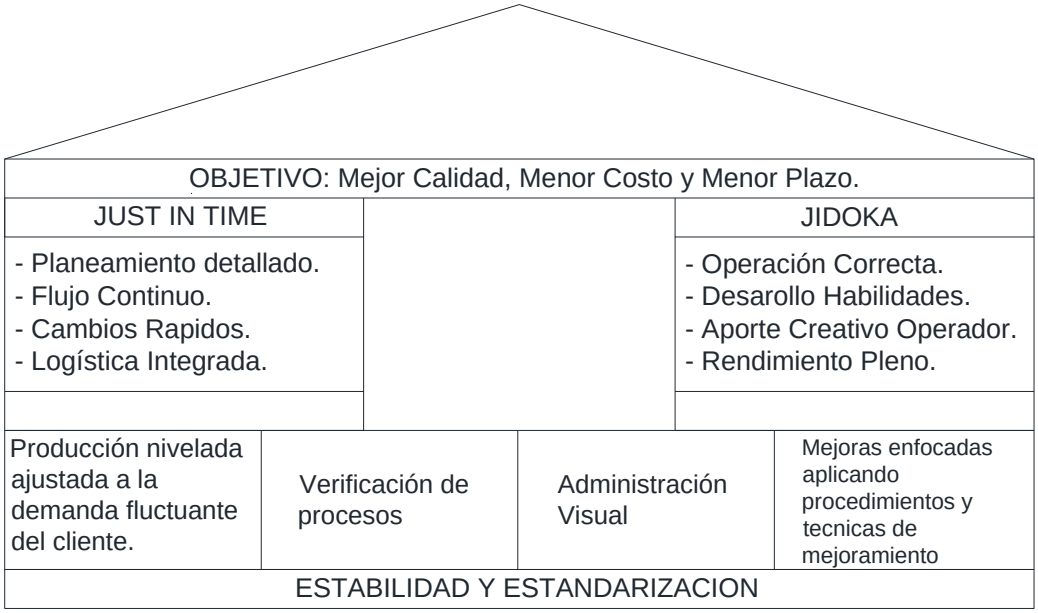


Ilustración 7 Método Toyota, (Howell 2006)

2.3 Justo a Tiempo o Just in Time:

Se lo define como cualquier actividad que no aporta valor añadido al cliente, es decir el uso excesivo de recursos. El Just In Time lo que busca es la reducción o eliminación de los desperdicios y aproximarse al inventario cero. La finalidad de este proceso es mejorar la capacidad de la empresa para responder económicamente al cambio.

El Just In Time tiene 4 objetivos fundamentales:

- Atacar los problemas principales.
- Eliminar desperdicios.
- Buscar simplicidad.

- Diseñar sistemas para identificar problemas.

2.3.1 7 Desperdicios:

En los proyectos se pueden encontrar un sinnúmero de desperdicios, pero los principales y los que mayor problema nos traen son los siguientes:

- Sobre-Producción: Producir más de lo que demanda el cliente. Es una de las peores formas de desperdicio por lo que genera un inventario no deseado.
- Esperas: Es el tiempo durante un proceso que no agrega valor. Incluye las esperas de material, información, maquinaria, herramientas, cuellos de botella, etc.
- Transporte: Se refiere a mover el material más de lo necesario. Incluye ubicar cosas y materiales en lugares estratégicos y cercanos a la zona de producción.
- Sobre-Procesamiento: Cuando se hace mayor trabajo del necesario a un producto o servicio que no es parte del proceso óptimo y que el cliente no está dispuesto a pagar (ej. Limpiar 2 veces), es muy difícil de identificar y eliminar.
- Inventario: Es la acumulación de productos y materiales en cualquier parte del proceso. Genera otro tipo de desperdicios: esperas y transporte.
- Movimientos: Es cualquier movimiento que no es necesario para completar de manera adecuada una operación o actividad. Pueden ser de máquinas y/o personas.
- Defectos (Trabajos Rehechos): Cuando se producen defectos de producción se genera consumo de materiales, manos de obra para reprocesar, re trabajar y atender las necesidades del cliente.

2.3.2 Jidoka (Autonomía):

El principal objetivo de este proceso, es del conseguir en lo más posible un sistema de producción con cero errores o ceros defectos y un 100% de calidad, en pocas palabras Jidoka mejora la calidad de los procesos, para lo cual se debe evitar que cualquier producto defectuoso continúe su recorrido en el proceso de producción; lo que se hace para evitar este tipo de inconvenientes es detectar los problemas a tiempo, aplicar medidas correctivas apenas el defecto sea identificado y no al final del proceso, ya si se hace al final lo que vamos a tener son productos desechables que van a ser inservibles y que sobre todo nos van a generar pérdida de tiempo, mano de obra al volver a producir y perdida de material.

En el TPS se lo denomina automatización con un toque humano, debido a que el empleado, de cualquier rango que sea, se sienta comprometido a asegurar que la tecnología que la empresa está utilizando para la producción se encuentre en perfectas condiciones, para obtener productos de calidad y siempre resultados positivos. También tiene que sentirse capaz y autosuficiente de parar la línea de producción si es necesario, para solucionar los errores que se han encontrado, asegurando productos que van a complacer las necesidades tanto de los ejecutores como de los clientes; así se van a sentir involucrados y parte de un equipo de trabajo.

Jidoka no solo es parar la línea de producción, solucionar el defecto y continuar; ya que si hacemos esto podemos volver a tropezar en el mismo defecto que se nos presentó, es por esto que Jidoka es algo más, es solucionar el problema de raíz para tener cero errores en el futuro, y consta de 4 pasos:

1. Detectar la anormalidad.
2. Parar.
3. Fijar o corregir el defecto.
4. Investigar la causa raíz e instalar las contramedidas permanentes.

2.4 Modelo tradicional:

El modelo tradicional se refiere a las empresas que se concentran en un solo producto y no en la variedad y flexibilidad tal y como lo hizo Toyota, este modelo de producción tradicional se lo conoce como “Modelo de Conversión de Procesos” y sus características son:

- La producción se entiende como el proceso en que las materias primas (entradas) son convertidas en productos.
- Este proceso puede ser subdividido en lo que se conoce como Subprocesos de Conversión.
- El costo global del proceso se reduce si se disminuye el costo de cada subproceso.
- El valor del producto final (salida) está asociado con el valor de la materia que ingresa (entrada).

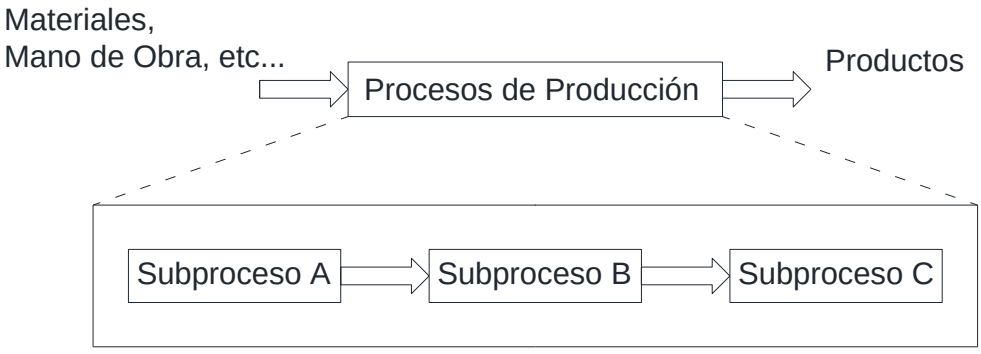


Ilustración 8 Modelo de conversión (Koskela, 1992)

Como se puede observar este modelo al considerar todo como un ingreso y una salida de materia no hace diferencia entre los subprocesos de conversión es decir no considera el flujo entre conversiones, este flujo se refiere a esperas, movimientos, inspecciones, que son actividades que no aportan valor al producto final, es por esto,

que el modelo tradicional asume que todos agregan valor, por ejemplo en la construcción:

- Mano de Obra ⟶ Agrega valor
- Transportes de Materiales ⟶ No agrega valor

Una de las características presentadas es que se puede reducir el costo del proceso total, minimizando los costos de los subprocesos, esto se lo logra con la aplicación de nuevas tecnologías, pero lo único que se logra es invertir en actividades que no generan valor al producto final.

Otro punto desfavorable que se tiene con el modelo de conversión, es que no se considera la variabilidad de los resultados en los subprocesos, ya que en un momento, uno de los productos no puede llegar a cumplir las especificaciones deseadas o pueden resultar con defecto, por lo que va a ser necesario rehacerlo o desecharlo y a la final lo único que nos produce es desviación en la calidad lo que causa desperdicios e interrumpe el flujo de trabajo.

En resumen en este modelo no hay una preocupación en el impacto del producto final generado por: malos recursos, variabilidad o la incertidumbre, ya que ignora los efectos producidos por la interdependencia de los subprocesos, pues asume que el sistema de producción es lineal y secuencial.

2.5 Lean Producción Aplicado a la Construcción:

Gracias al éxito de Toyota, nace la nueva filosofía denominada Lean Production, en al que se empezó a corregir y a evitar las fallas del modelo de conversión o modelo tradicional, que tiene como objetivo principal reducir o eliminar los 7 tipos de desperdicio.

La corriente que sigue el Lean Production es: hacer las cosas correctas, en el lugar correcto, en el tiempo correcto, la cantidad correcta, teniendo flexibilidad y siempre estar abierta al cambio.

Esta filosofía se basa en un modelo en donde la producción es un flujo de materiales desde la materia prima hasta el producto final.

Los procesos representan la conversión en la producción, mientras que las inspecciones, movimientos, esperas, etc. representan el flujo, este modelo se lo demuestra en la siguiente figura:

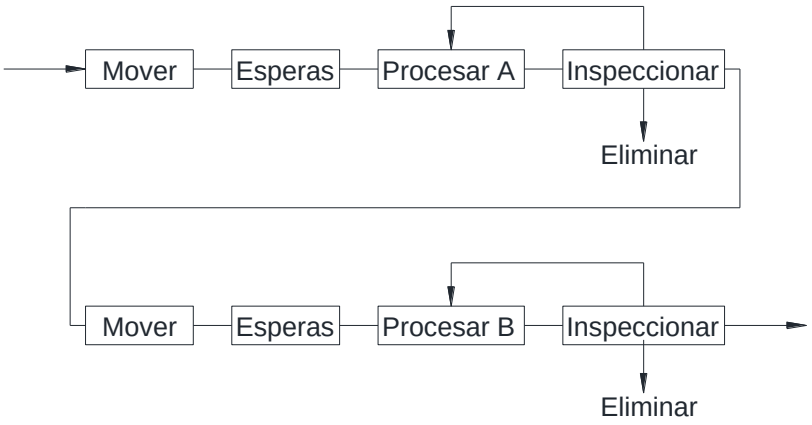


Ilustración 9 Nuevo Modelo de Producción (Koskela, 1992)

Por lo tanto como se muestra en la figura los parámetros que hay que seguir para obtener una mejora en la producción son los siguientes:

- Las actividades de flujo (movimientos, esperas, etc); deben ser realizadas o reducidas
- Las actividades de conversión se las debe realizar de una manera más eficiente, sin mucha variabilidad.

.

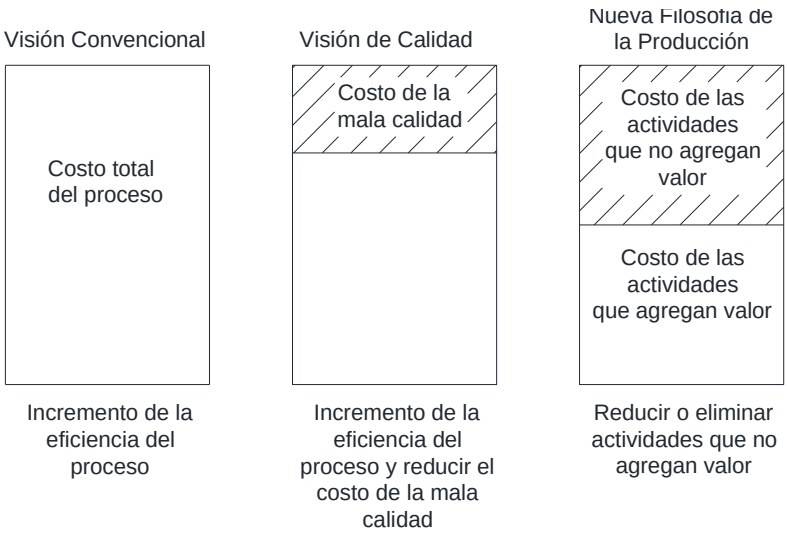


Ilustración 10 Cuadro comparativo de modelos de producción (Koskela, 1992)

Lean Production tiene principios para controlar los procesos, que son importantes conocerlos y en cierta forma debería ser controlado, diseñado y mejorado un proceso de flujo:

a) <u>Reducir las actividades que no aportan valor:</u>

   Se entiende como valor a la satisfacción de los requerimientos del cliente. Para lograr esta reducción lo que se puede hacer es crear un diagrama de flujo de lo que se está haciendo actualmente, se analiza y se mejora, así se pueden eliminar las actividades de flujo que están por demás en el proceso; con esto es posible entrenar al personal para aplicar el sistema mejorado y con la práctica poder llegar a un sistema óptimo.

   Cabe recalcar que la reducción de las actividades de flujo no deben ser llevadas al extremo, debido a que algunas de estas actividades no agregan valor en forma directa al producto final, pero son indispensables en la eficiencia global de los procesos de producción.

b) Incrementar el valor de las salidas:

Se entiende como salida al producto final del proceso. Esto se logra a través de consideraciones técnicas del cliente. La generación de valor en el Lean Production está vinculado a la satisfacción del cliente; es por esto que los requisitos y las preferencias del cliente deben estar siempre presentes en el proyecto. Un proceso genera valor solo cuando las actividades transforman la materia prima en componentes del producto.

c) Incrementar la eficacia de las actividades que generan valor.

Al decir actividades que generan valor se refiere a todas aquellas actividades que componen el producto final. Es por esto que la utilización de los recursos tiene que ser óptima.

d) Reducir la variabilidad:

Existen dos motivos por los cuales se debe reducir la variabilidad en los procesos que son los siguientes:

- Punto de vista del cliente: Debido a que un producto uniforme siempre es mejor.
- Punto de vista de la producción: La variabilidad aumenta el número de actividades que no agregan valor, que pueden ser causadas por la interrupción de los flujos de trabajo, como también puede ser originada por la no aceptación del producto realizado fuera de las especificaciones presentadas por el cliente el cual se transforma en un producto rechazado.

e) Reducir el tiempo del ciclo:

El tiempo de ciclo está relacionado con la suma de los tiempos de flujo y conversión para producir un determinado producto, con la aplicación de este

principio se está forzando a la disminución del tiempo disponible y por lo tanto a la eliminación o reducción de actividades de flujo que no son necesarias, también ayuda a eliminar la interdependencia entre actividades de manera que puedan ser ejecutadas en forma paralela.

f) Simplificar Procesos:

Es la reducción de componentes (partes) o números de pasos para realizar un producto. Al simplificar estamos mejorando el flujo, esta simplificación se puede dar por la afirmación de actividades repetitivas que se puede tener en el proyecto. Además, reducir la cantidad de partes del producto mediante cambios de diseño o partes prefabricadas, estandarizar ciertos materiales, herramientas, etc.

g) Incrementar la flexibilidad de las salidas:

Se refiere a la posibilidad de cambiar las características de los productos entregados a los clientes, sin aumentar el costo de estos y manteniendo la misma corriente de calidad. Esto se lo puede lograr con lo siguiente:

- Disminución de los tiempos de ciclo a través de la reducción del tamaño de los lotes.
- Uso de mano apropiada, capaz de adaptarse fácilmente a los cambios de petición.

h) Incrementar la transparencia de los procesos:

Este principio permite aumentar la integración de la mano de obra en el desarrollo de mejoras; procesos más simples son más transparentes, por lo cual facilita el control y el mejoramiento.

Esto se logra teniendo a la disposición y alcance de todos, en el momento que se necesite todo lo que está relacionado con el proyecto como son: planos definitivos, normas, especificaciones técnicas, etc.

i) Enfocar el control en la totalidad del proceso:

Los compromisos en la planificación solucionan en parte el control del proyecto completo, es aquí donde aparece el último planificador que se encarga de la generación de compromisos mediante planificaciones a corto plazo y reuniones periódicas.

j) Aplicar un mejoramiento continuo en los procesos:

El trabajo en equipo y la gestión participativa son esenciales para la introducción de mejoras continuas en las etapas, también es necesario crear una metodología para identificar la causa de los problemas, que es una base para modelar los procesos. Además se puede estandarizar los procedimientos que es una forma de reforzar las prácticas constructivas y sirve para futuras mejoras en futuros proyectos. En el siguiente gráfico se explicara cómo funciona el mejoramiento continuo:

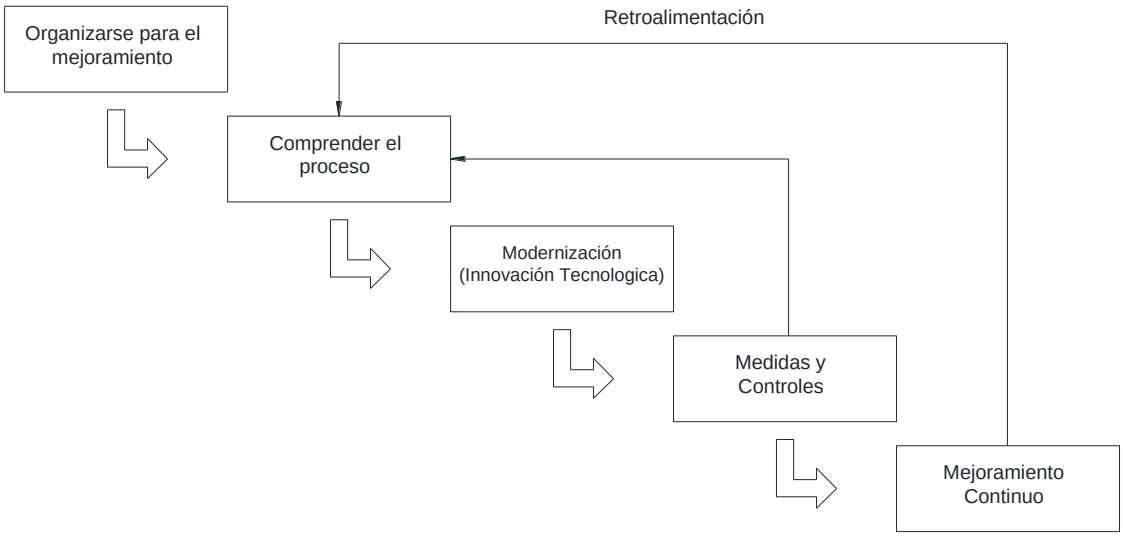


Ilustración 11 Esquema simplificado de la mejora continua (Koskela, 1992)

.

k) Referenciar permanentemente los procesos (Benchmarking)

Benchmarking es un proceso de clase mundial que a menudo sirve como estímulo para alcanzar el mejoramiento, ayudando a vencer rutinas y malas prácticas en la ejecución de proyectos. Los pasos básicos del Benchmarking son los siguientes:

- Conocer del proceso, evaluar las fortalezas y debilidades de los subprocesos.
- Conocer acerca de los competidores, por lo que hay que encontrar, evaluar y entender las prácticas de los mejores.
- Adelantarse y combinar las fuerzas existentes con lo aprendido de las prácticas antes mencionadas.

2.6 Lean Thinking:

El Lean Thinking es la nueva manera para manejar la producción, que sirve para eliminar desperdicios con el fin de generar valor, esto se logra con 5 principios básicos que se presentan a continuación:

- Definir el Valor: El valor es un producto que se lo realiza de tal manera que el cliente está dispuesto a pagar por él, para esto se debe definir las actividades que generan valor, ya que cualquier actividad que no incremente el precio que el cliente pagaría, solo genera costo al proyecto. Por lo tanto el valor es definido por el cliente y creado por el productor.

- Identificar el flujo de valor: El flujo de valor son todos los procesos, actividades y funciones necesarias para generar el producto, desde su inicio hasta la entrega al cliente. En estos procesos es necesario eliminar todos los desperdicios que se

presenten y que no estén generando valor, para eliminar estos desperdicios es necesario identificarlos y eso se lo hace mediante una visualización gráfica del camino del producto de inicio a fin. Esta visualización presenta 2 tipos de desperdicio, uno que se va a poder eliminar y un segundo que es necesario para poder completar el producto en tiempo y forma.

- Hacer fluir el proceso: Es necesario quitar todos los obstáculos que impiden que el proceso sea fluido, continuo y constante, estos obstáculos son los conocidos desperdicios, al quitar estos obstáculos podemos reducir los tiempos de demoras en el flujo de valor.

- Pull (Jalar): Para darle mayor valor al producto y más que todo, para que cumpla de manera satisfactoria las necesidades del cliente, hay que integrar al cliente en el proceso para obtener el producto, ya que alrededor de él se lo genera.

- Mejora Continua: Todo proyecto que utilice la nueva filosofía de producción debe tener un seguimiento constante y siempre estar en la búsqueda de la mejora continua. Teniendo como principio máximo, la eliminación de desperdicio en cada mejora.

2.7 Comparación modelo tradicional y lean construction:

Tabla 1

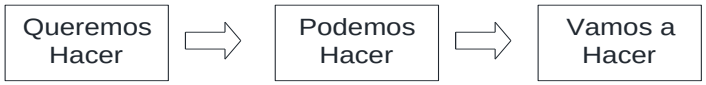
MODELO TRADICIONAL	LEAN CONSTRUCTION
* El diseño del producto se termina y después empieza el diseño del proceso	* Productos y procesos son diseñados conjuntamente
* Se eligen a los subcontratistas	* Se eligen a los subcontratistas

debido al costo	debido a su capacidad de ejecución.
* La metodología se basa en detectar y corregir	* La metodología se basa en prevenir
* La responsabilidad cae en el encargado del control de calidad	*La responsabilidad es compromiso de todos los miembros de la empresa
*Las actividades se llevan a cabo tan pronto como sea posible.	*Las actividades se llevan a cabo al último momento responsable
* Se basa solo en el control de los procesos.	* Se basa en la gestión, asesoramiento y control del proceso
* Todas las actividades añaden valor al producto final	* Hay actividades que agregan valor y hay actividades que no agregan valor al producto final.

3. CAPÍTULO III SISTEMA ÚLTIMO PLANIFICADOR

Uno de los problemas más grandes que produce retrasos o falta de calidad en las obras, es el método tradicional de planificación, la cual se la realiza considerando supuestos, y que no toma en cuenta la variabilidad que se tiene en el terreno semana a semana.

Planificar consiste en especificar lo que será realizado y de qué forma se lo realizara; por otro lado, controlar consiste en hacer que esto ocurra; si estos dos métodos los unificamos y son atendidos más profundamente, es cuando aparece “El Ultimo Planificador”, quién es el encargado de definir lo que se hará, cuando se hará y quien será el encargado de realizar el trabajo, así como también de controlar el trabajo hecho por las unidades de producción (obreros y demás trabajadores); según Rodríguez, Alarcón, Pellicer (2011) “El Sistema del Ultimo Planificador (SUP) propone modificar el proceso de programación y control de la obra con el fin de crear un ambiente estable de trabajo, protegiendo la producción de la incertidumbre y la variabilidad”.



Con el Sistema del Ultimo Planificador no se está diciendo que se va a dejar a un lado los métodos tradicionales como son los de barras y redes, más bien es un apoyo para mejorarles, complementarles y enriquecerles, como se muestra en el siguiente cuadro (Rodríguez Fernández, Alarcón Cárdenas, & Pellicer Armiñana, 2011).

Tabla 2

Métodos Tradicionales	Sistema Ultimo Planificador
Manejan el camino crítico	Maneja la variabilidad
Manejan fechas	Manejan flujos de trabajo
Gestionan Contratos	Gestionan interdependencias

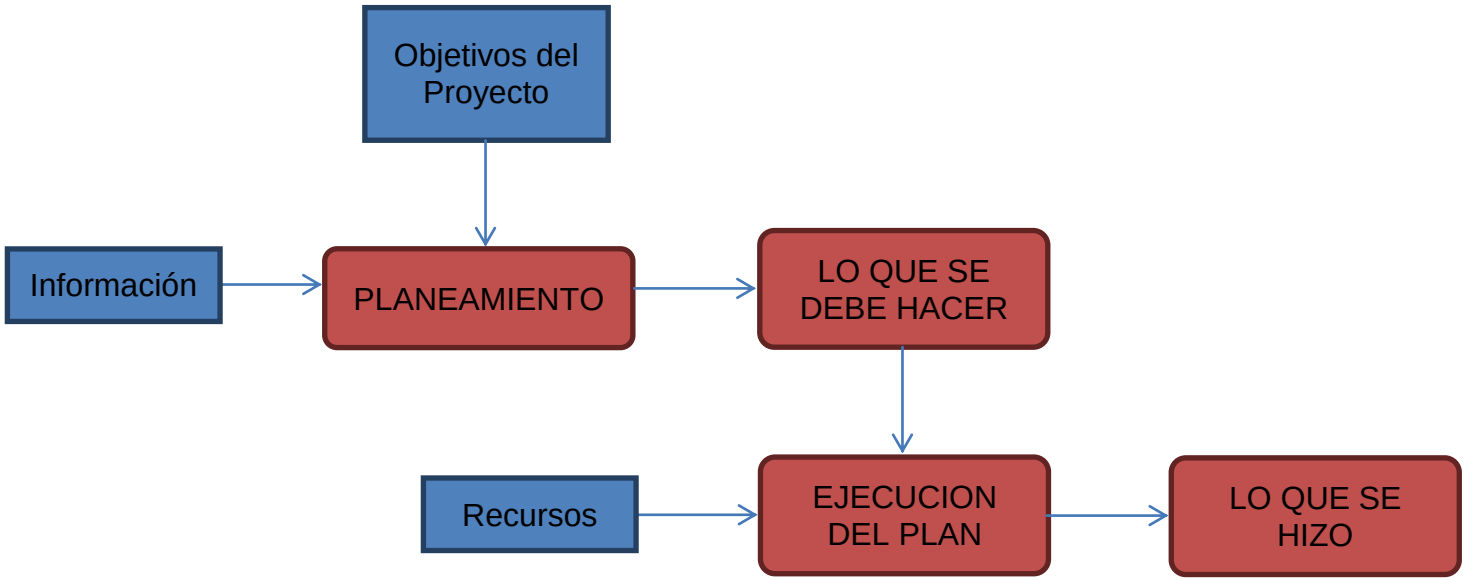


Ilustración 12 Método Tradicional

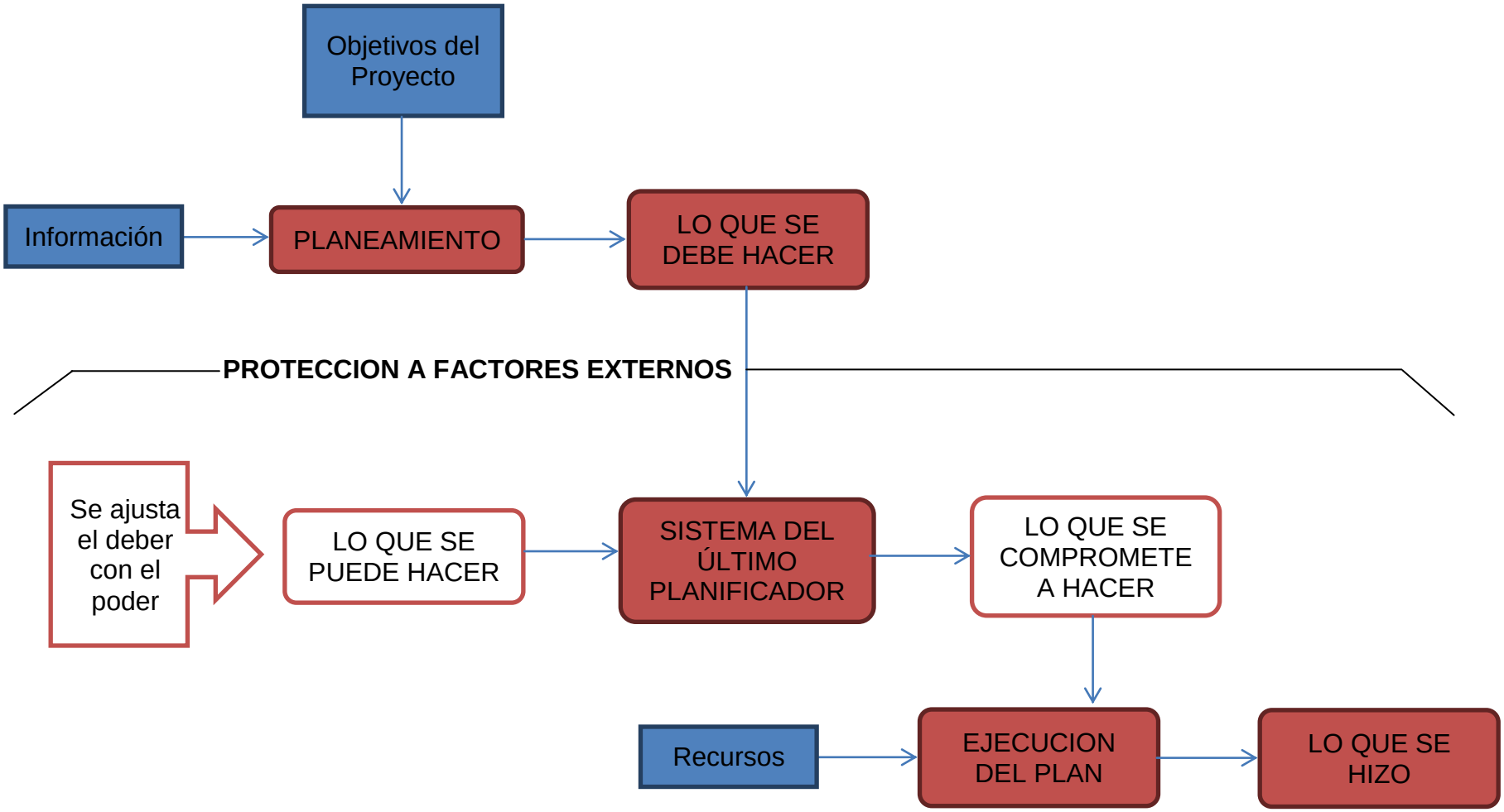


Ilustración 13 Sistema del Último Planificador

En el Sistema del Ultimo Planificador, se selecciona únicamente actividades que puedan realizarse con éxito, entonces con esto se crea una “protección” a los factores externos que se pueden presentar en la realización de los trabajos, como pueden ser: falta de material, problemas con los proveedores, entre otros. Es por esto que no se asignan tareas que no se pueden cumplir, para no engañarse que se va a avanzar más de lo que se puede, ya que puede presentar confusiones y malestar entre las unidades de producción.

En resumen el Sistema del Último Planificador aparece como respuesta a la costumbre de planificar y controlar los proyectos de forma global, brinda una serie de métodos para resolver en forma diferente la falta de confiabilidad en las planificaciones, esto es realizar la planificación en tiempos más cortos, siendo más predecible y más segura.

En la planificación tradicional se determina lo que se “debería” hacer y decidir lo que “se hará” en determinadas tiempos a lo largo del transcurso del proyecto, sin tomar en cuenta que muchas de las actividades tienen restricciones y no se “puede” realizar, lo que genera retrasos y variaciones reiteradas en los procesos; el último planificador nos propone hacer un estudio de las actividades que se “puede” hacer, para tener claro y sin restricción alguna lo que “se hará” en planificaciones a corto plazo, es por esto que entre más grande sea el se “puede” mayores actividades se pueden cumplir y los tiempos de ejecución se reducen. Está explicación se la desarrollara en las siguientes figuras:

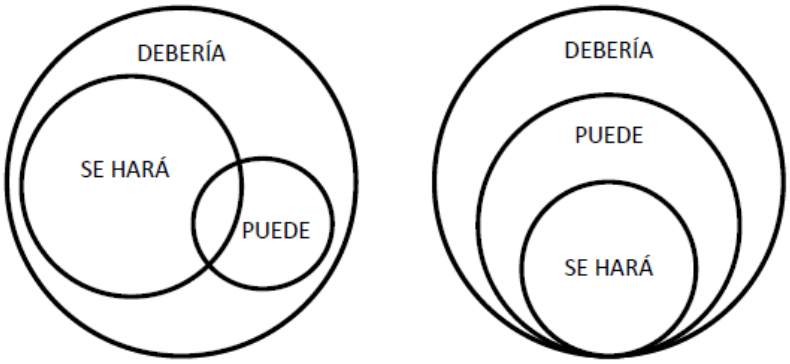


Ilustración 14 Comparación Planificación tradicional y Sistema Último Planificador

IL. 13 Planificación Tradicional Alarcón (2011)

IL. 14 Sistema Último Planificador Alarcón (2011)

Finalmente, el SUP tiene tres niveles de planificación donde se va detallando los planes de trabajo y se reducen las incertidumbres a través de una evaluación cuidadosa de lo que se debería hacer siempre y cuando se pueda hacer con la identificación de obstáculos que tienen que ser eliminados para que los objetivos propuestos sean alcanzados. Estos tres niveles son:

1. PROGRAMA MAESTRO: Está determinado por la planificación inicial.
2. PLANIFICACION INTERMEDIA: Es la preparación del trabajo, se determina por un programa de 4 a 6 semanas.
3. PLANIFICACION SEMANAL: Es una planificación a corto plazo donde se determina solo lo que se puede hacer.

Como se observa en la Fig. 2 estas 3 planificaciones funcionan en forma de pirámide siendo el programa maestro la base que las sustenta.



Ilustración 15 Esquema de los planes necesarios del proyecto (Lean Construction Enterprise)

Un punto muy importante sobre el Ultimo Planificador es que tiene que haber un compromiso real por parte del equipo de trabajo, ya que este sistema se basa en este fundamento. La idea del SUP es que la persona que este encargada de realizar la tarea se comprometa a realizarla, pero si por cualquier circunstancia no va a poder cumplirla simplemente lo diga para así tener confiabilidad en el proceso; entonces, en el caso que no llegue a cumplir la actividad con la que se comprometió para la semana, no será motivo de reclamo, sino el objetivo es generar un mayor compromiso grupal.

3.1 Programa maestro:

Es la planificación inicial, la que se realiza antes de iniciar la obra; esta planificación nos presenta todas las actividades que se van a ejecutar en el proyecto en el tiempo y espacio que van a ser realizadas; en pocas palabras nos presenta lo que se debe hacer, fijando la continuidad y la relación que tienen unas actividades con otras para el cumplimiento de los plazos establecidos. Esta planificación también nos genera el presupuesto de la obra, gracias a esto se puede prever un capital para la realización del proyecto y un flujo de caja para que ninguna de las actividades se retrasen o se paralicen por la falta de capital.

Para la realización de un adecuado programa maestro es preciso identificar a los responsables del cumplimiento de las actividades, ya sean proveedores, subcontratistas y las unidades de producción, debido que muchas de las actividades que se realiza tienen secuencia con la siguiente o se tiene que esperar que una actividad este completa para arrancar con una nueva. Además es necesario realizar relaciones entre las personas que van a estar a cargo de los trabajos con los proveedores-subcontratistas para determinar el periodo en que se va a poder actuar.

Es por esto que teniendo claro todas las actividades, en el tiempo en el que se van a realizar, las personas que van a estar involucradas en la ejecución de las actividades y las relaciones que existen entre ellas; nos va a ayudar a realizar una programación inicial que refleje más detalladamente la realidad del proyecto.

3.2 Planificación intermedia:

Nos define lo que se “puede” hacer en el período de tiempo que se establece, es decir es una planificación de las actividades en un tiempo intermedio.

Para esta etapa se toma intervalos de tiempo que pueden ser de 4 a 6 semanas debido a que es un tiempo manejable. Se revisan todos los trabajos que se van a realizar en el tiempo propuesto de ejecución para prever la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinarias, esta previsión es lo que podemos llamar “liberar restricciones” las cuales nos va a aparecer en el análisis e identificación de las tareas y no nos van a permitir ejecutarlas.

El principal objetivo de esta etapa es de coordinar el diseño, proveedores, recurso humano, información y requisitos previos que son necesarios para la ejecución de las actividades, además de encargarse de liberar las restricciones que se presentan en los trabajos para que no nos produzcan retrasos en la programación, en resumen nos extiende recursos a la obra y protege que estos estén disponibles a un 100% para la realización de las actividades.

En el Sistema del Ultimo Planificador este proceso tiene múltiples funciones como las siguientes:

- Crear una secuencia de trabajo, asignando tiempos y sucesiones, siempre y cuando se tenga la disponibilidad de los recursos.
- Descomponer el programa maestro de actividades en partes de trabajo y operaciones
- Desallorar métodos de ejecución de trabajos, que cumplan con los requerimientos de calidad, seguridad y medioambiente.
- Revisar y actualizar la programación, tanto como sea necesario, es decir, se genera una retroalimentación.

3.2.1 Análisis de Restricciones:

En la planificación intermedia obtenemos un conjunto de actividades para realizarlas en un determinado tiempo en la semana propuesta, este conjunto de actividades vienen acompañadas de un grupo de restricciones que nos determina si los trabajos se pueden o no realizar, este análisis es una estrategia que se la realiza para dejar libres de necesidades a las actividades de la planificación intermedia, para poder realizarlas en el tiempo planeado, en este análisis se asignan responsables por actividad.

Hay que dejar en claro que el análisis de restricciones no solo es cuestión de poner un “si” y un “no”, sino que para la liberación de las actividades se sigue un proceso que es:

- Revisión de las restricciones: Este proceso consta en determinar las tareas en función de sus restricciones y la probabilidad de removerlas antes del comienzo programado de la actividad.

- Preparación para la liberación de restricciones: En este punto es donde tomamos las acciones necesarias para liberar las restricciones, para que así las actividades puedan ser ejecutadas en el tiempo programado.



Ilustración 16 Análisis de Restricciones

3.2.2 Reserva de trabajo ejecutable:

La reserva de trabajo ejecutable es una lista de todas las actividades liberadas de sus restricciones y que tendrán una alta probabilidad de cumplimiento. La finalidad de tener estas reservas, es de evitar tener unidades de producción ociosas, ya que si una actividad del Plan Semanal tuvo algún problema y no podrá ser ejecutada, se toma una actividad de la reserva de trabajo ejecutable para que sea realizada por esta unidad de producción, siempre y cuando la tarea sea compatible con sus habilidades; con esto estamos evitando los tiempos muertos dentro de la obra. Esta lista puede tener distintos tipos de tareas que son:

- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la Reserva de Trabajo Ejecutable de la semana en curso que no pudieran ser ejecutadas.

- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura que se desea planificar.

- Actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras, que es la situación ideal para todo planificador.

3.3 Planificación semanal:

Esta etapa de planificación es donde el programa presenta un mayor detalle, es decir nos indica lo que “se hará”, en la siguiente semana, tomando como referencia las actividades cumplidas en la semana finalizada como también las causas de no cumplimiento. La planificación semanal está en función de la planificación intermedia debido a que nos muestra las actividades libre de restricciones y las que no están liberadas, es decir solo las que se pueden ejecutar durante la semana propuesta.

El objetivo principal de este nivel de planificación, es el de controlar a las unidades de producción, es decir, realizar progresivamente trabajos de mayor calidad, mediante acciones correctivas a las causas de no cumplimiento, lo que ayudara a un aprendizaje y mejora continua. Algunas de las características para lograr calidad son:

- Actividades bien detalladas, definidas y específicas para que puedan ser ejecutadas sin mayor imprecisión.
- Secuencia en los trabajos de las actividades, es decir tiene que ser lógica considerado prioridad en la ejecución.
- La carga de trabajo tiene que ser entregada de acuerdo a la capacidad de las unidades de producción que van a ejecutar.
- Requisitos de una actividad que haya finalizado para continuar con la siguiente, es decir que la unidad de producción tenga lo que necesita de otras.

El plan de trabajo del Ultimo Planificador es el de compromiso de planificación, pero este compromiso se lo realiza solo de los trabajos que pueden ser cumplidos o ejecutados; además el último planificador coloca una protección a las unidades productivas, para evitar la variabilidad y la incertidumbre, se dice protección (lograr calidad) a escoger el trabajo que será realizado la siguiente semana siempre y cuando

se podrá ejecutar, así se crea un flujo confiable de trabajo; entonces está protección viene acompañada a la realización de asignaciones de calidad.

Para la realización de esta planificación es necesaria hacer reuniones semanales, bien pueden ser al inicio de la semana o como al final de la misma, donde se analiza:

- Evaluar el porcentaje de actividades completadas (P.A.C.) de la semana que finalizó.
- Estudiar las causas de no cumplimiento (C.N.C) y tomar acciones para disminuirlas.
- Realizar una evaluación de los objetivos propuestos y los objetivos alcanzados en la obra.
- Determinar las actividades que están dentro de la planificación intermedia, analizando las restricciones de cada una.
- Formular el plan de trabajo para la semana entrante.

El proceso de realizar las reuniones nos genera el fenómeno de retroalimentación; es decir que mientras se estudia las causas por las cuales no sé completo la programación propuesta, se toman medidas para mejorar.

3.3.1 Medición del desempeño del sistema de planificación:

El objetivo de realizar está medición de desempeño es que sirve para estimar la calidad de la planificación de trabajo semanal; para esto es necesario llevar un registro detallado de los problemas que se presentan para cumplir las actividades planeadas en la semana y el Porcentaje de Actividades Completadas (P.A.C.), es un perfecto indicador para este proceso que nos presenta un control de la evolución de la implementación del sistema, el cual nos permite conocer las fallas o causas de no cumplimiento y poder aplicar acciones correctivas para mejorarlas; es decir el PAC

compara lo que se ha propuesto hacer en el plan de la semana con lo que realmente está hecho, con esto nos refleja la fiabilidad del sistema. El cálculo para determinar el PAC viene demostrado en la siguiente fórmula:

$$PAC = \frac{número\ de\ actividades\ cumplidas}{número\ de\ actividades\ programadas} \times 100$$

3.3.2 Causas de no Cumplimiento:

Una actividad se considera como cumplida cuando está completamente terminada es decir se ha realizado en un 100%, pero si la actividad que se ha programado hacer durante la semana, está ejecutada menos del 100%, en seguida se convierte en una actividad no cumplida. Cuando ya se ha identificado las actividades no cumplidas se procede a estudiar las causas de no cumplimiento de las mismas; estas causas de no cumplimiento no solo pueden ser falla en la mano de obra, falta de material o agentes externos, sino pueden ser las detalladas a continuación:

1. Fallas en la ejecución de trabajo, que pueden provenir de la falta de nivel organizacional, procesos y funciones.
2. Falla en los sistemas de información, es decir tomar una actividad como finalizada para continuar con la siguiente cuando no es así.
3. Exceso de carga de trabajo a la capacidad de las unidades de producción.
4. Cambio de actividades en la obra, es decir destinando recursos a actividades imprevistas o urgentes.

Este es un ejemplo de muchas causas que pueden llevar a no cumplir la programación de las actividades propuestas para la semana, pero sea cual sea los motivos hay que saber corregirlos para que en las semanas futuras no se vuelvan a repetir y cumplir con el plan propuesto en un 100%; el identificar estas causas nos llevará a una retroalimentación para el futuro, ya que podremos ir haciendo una

recopilación de las causas más recurrentes y en las que debemos tener más cuidado para las siguientes semanas o para próximos proyectos.

3.4 Estrategia para una metodología de implementación del sistema del último planificador.

La implementación del sistema de último planificador en una empresa de construcción requiere un cambio en la forma de ejecutar y gestionar los proyectos y, por tanto, en la mentalidad de los participantes del mismo, pero no es solo es fundamental estos cambios mencionados, también es necesario definir una estrategia para la implementación de este sistema de gestión y esta estrategia la se la puede presentar en distintas fases presentadas a continuación:

FASE 1 CAPACITACIÓN: Es uno de los factores principales para la implementación del sistema, debido a que es el momento en que el personal involucrado adquiere todos los conocimientos necesarios, para realizar con calidad las actividades y producir un cambio de visión al instante de gestionar y ejecutar el proyecto.

FASE 2 INICIATIVAS QUE PROMUEVEN LA IMPLEMENTACIÓN: La implementación de nuevas metodologías en las organizaciones requiere grandes niveles de compromiso y participación por parte de todos los involucrados en la realización de las actividades del proyecto, por lo que es necesario identificar y seleccionar los incentivos que conduzcan a promover y aumentar los compromisos en la puesta en marcha de este nuevo sistema de gestión. Los incentivos más comunes en los proyectos se los presenta en la siguiente figura:



Ilustración 17 Incentivos de mejora para la implementación del sistema de gestión Último Planificador

3.5 Ventajas del sistema del último planificador:

- Los plazos de culminación de los proyectos de construcción son más cortos.
- Permite aumentar la productividad de los proyectos, ya que se optimiza la utilización de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto.
- Reducción del riesgo de imprevistos, retrasos e incertidumbre, debido a la disminución de la variabilidad de obra. Por lo tanto los flujos de trabajo se hacen más estables y seguros.
- Disminución en el costo directo del proyecto, debido a la reducción de plazos y variabilidad.
- Mejora continúa de todas las partes involucradas en la ejecución del proyecto, que estén involucrados con la planificación y realización de los trabajos.

4. CAPÍTULO IV IMPLEMENTACION DE LA TEORÍA DEL ULTIMO PLANIFICADOR:

4.1 Introducción:

En capítulos anteriores se estudió la teoría del sistema del último planificador, así como también corrientes y conceptos ligados con el mismo, en la obra; lo que se escribe en el papel no funciona en un 100%; porque si fuera este el caso todos los problemas típicos que se presentan en la construcción, serían solucionados de una manera eficiente, pero existen factores que tanto los constructores u obreros no pueden solucionar como son factores climáticos y en el proyecto estudiado en este trabajo otro factor que se presento es la falta de compresión de la ciudadanía, entre otros que suscitaron durante el estudio que se presentaran en este capítulo, la idea es describir lo favorable como lo adverso y así poder sacar conclusiones que podrán servir para mejorar el sistema.

4.2 Implementación del sistema:

El proyecto donde se implementó el sistema es en el “Soterramiento de la Avenida Napo”, este proyecto está siendo construido por la empresa constructora EGARCO CIA LTDA, los trabajos contemplan la intervención de las aceras norte y sur de la Av. Napo, en el tramo entre el redondel de la Villaflora y la calle Pedro Pinto Guzmán, al sur de la ciudad de Quito, Parroquia Chimbacalle; además de la recuperación y revitalización del Parque Barrial Pobre Diablo, limitado por la Av. Napo al oeste, calle Juan Borgoñón al este, Av. Alpahuasi al norte y el Centro de Salud de Chimbacalle (MSP), el proyecto consiste en soterrar los cables de servicio y mejorar las aceras peatonales. Dichas vías están marcadas en la imagen a continuación:

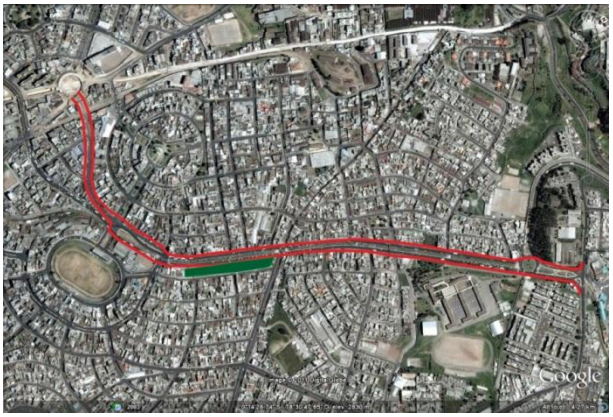


Ilustración 18 Intervención de las aceras de la Av. Napo

La intervención abarca una longitud de aproximadamente 3.39 km de aceras y 4706 m2 de áreas verdes del Parque Pobre Diablo.

La implementación del sistema se dio cuando se observó que no se estaba cumpliendo con lo planificado y que los trabajos estaban retrasados; se procedió a realizar un análisis en campo para evidenciar todas las falencias constructivas que producían el retraso en el programa maestro, el análisis se lo hizo en el soterramiento de la acera del Colegio Experimental Juan Pío Montúfar con una longitud de 280 m, este análisis se lo realizo en un tiempo de 46 días favorables los problemas que se encontró en los trabajos fueron:

- No existía un orden lógico para la ejecución de las actividades.
- Falta de compromiso de los trabajadores, ya que desconocían el tiempo de ejecución de cada actividad por lo que provocaba desfases en el plan maestro.
- No existía un plan de contingencia en caso de lluvia.
- Falta de organización de la maquinaria.
- Falta de personal, ya que solo se encontraban 8 obreros y en algunos casos eran solicitados para otros trabajos objeto del contrato que no eran del soterramiento, en el sitio.

- Las excavaciones, fueron trabajadas con una mini excavadora para un ancho de excavación de 40 cm, debido a esto se realizaba una excavación para la tubería eléctrica y una excavación para la tubería de conectividad en forma paralela, lo cual requería mayor cantidad de tiempo.
- No existía un tren de trabajo.

Estos problemas se presentan en el siguiente cuadro de planificación semanal:

TRAMO COLEGIO EXPERIMENTAL JUAN PIO MONTUFAR

PLANIFICACIÓN SEMANAL														
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO			FECHA: 01 DE ABRIL 2013							06 DE MAYO 2013			
TRAMO: COLEGIO EXPERIMENTAL JUAN PIO MONTUFAR			CONTRATISTA: EGARCO CIA. LTDA.							UBICACIÓN: AV. NAPO			
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UNIDAD	CANTIDAD PROGRAMADA	SEMANA 1						CANTIDAD EJECUTADA	CUMPLIMIENTO		
				L	M	M	J	V	S		SI	NO	MOTIVO
Excavación para Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	Alejandro Ichau	ml	70,00	x	x	x		x		54,00		x	Falta Maquinaria
Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	70,00	x	x	x		x		54,00		x	Falta Excavación
Relleno y Compactación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	70,00	x	x	x		x		54,00		x	Falta Colocación de Tuberia
Excavación y Colocación de Manguera para Alumbrado Público	John Llulluna	ml	40,00				x			40,00	x		
Nivelación y Compactación de Sub-Rasante	Silvio Maquisaca	m²	104,00				x			104,00	x		

Tabla 3

En base a este análisis se obtuvieron rendimientos reales de la ejecución de las actividades, soluciones para los problemas existentes y se previó un plan de contingencia para los tramos siguientes en la realización de tareas y mejoras de los procesos constructivos, para una correcta aplicación del Sistema del Ultimo Planificador en los siguientes tramos a implementar.

4.2.1 Metodología de Implementación

4.2.1.1 Reunión de Conocimiento del Grupo de Trabajo:

Para la implementación confiable y efectiva del sistema se tiene que hacer una reunión con las personas que se va a trabajar en el proyecto y van a ser necesarios para la ejecución del sistema, para beneficio de la obra.

La reunión que se tuvo fue con el supervisor de obra, residentes de obra, maestro de obra y operadores, se hizo una concientización de que los trabajos estaban retrasados y que por esto se está aplicando el sistema estudiado, también se explicó que en este tipo de proyecto existen muchas restricciones para avanzar, de una actividad a otra, pero la reunión fue justo para eso para tener conocimiento de las actividades que hay que liberar, y continuar con las siguientes sigan sin provocar retrasos o no se paralicen, para lo cual era fundamental la participación del residente y maestro de obra, quienes aceptaron de manera positiva la idea; que fue proponerse un avance diario, y se propuso una pequeña reunión diaria al final de cada día de labor.

También se enfatizó que no es una imposición proponer las actividades para el día siguiente, sino saber decir “no” cuando no va a ser posible cumplir con esa actividad, por alguna restricción que no se pueda liberar y así poder tener una programación efectiva, transparente y que cumpla con las expectativas deseadas, más no por cumplir hacer un trabajo de mala calidad, es por esto que se propuso reuniones diarias.

4.2.1.2 Implementación de la Planificación Intermedia:

Por las múltiples funciones y la flexibilidad que brinda al último planificador de extenderse de la mejor manera, la planificación intermedia se la realizo de la siguiente forma:

a) Definición y secuencia de actividades: Las actividades se las secuenció de tal forma que tengan un orden lógico para evitar desperdicio de material y retrasos en las próximas actividades; y fue de la siguiente manera:

TRAMO UPANO-GUAYLLABAMBA

No.	ACTIVIDAD
1	Replanteo de Cajas y de Acometidas
2	Rotura de Acera de Hormigón
3	Desalojo de Escombros
4	Excavación para Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad
5	Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad
6	Relleno y Compactación de Tubería Eléctrica y de Conectividad
7	Excavación para Cajas eléctricas y de Conectividad
8	Encofrado de Cajas eléctricas y de Conectividad
9	Fundición de Cajas Eléctricas y de Conectividad
10	Armado y Fundición de Losas de Caja Eléctrica y de Conectividad
11	Nivelación y Compactación de Sub-rasante
12	Excavación y Colocación de Manguera para Acometidas Domiciliarias
13	Excavación y Colocación de Manguera para Alumbrado Público
14	Nivelación y Compactación de Sub Base
15	Colocación de Bordillo
16	Adoquinado

Tabla 4

TRAMO GUAYLLABAMBA-BOBONAZA Y BOBONAZA-TRUJILLO

No.	ACTIVIDAD
1	Replanteo de Cajas y de Acometidas
2	Rotura de Acera de Hormigón
3	Desalojo de Escombros
4	Excavación para Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad
5	Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad
6	Relleno y Compactación de Tubería Eléctrica y de Conectividad
7	Excavación para Cajas eléctricas y de Conectividad
8	Encofrado de Cajas eléctricas y de Conectividad
9	Fundición de Cajas eléctricas y de Conectividad
10	Armado y Fundición de Losas de Caja Eléctrica y de Conectividad
11	Excavación y Colocación Tubería Alcantarillado
12	Relleno y Compactación Tubería Alcantarillado
13	Excavación, Encofrado y Fundición de Cajas para Alcantarillado
14	Nivelación y Compactación de Sub-rasante
15	Excavación y Colocación de Manguera para Acometidas Domiciliarias
16	Excavación y Colocación de Manguera para Alumbrado Público
17	Nivelación y Compactación de Sub Base
18	Colocación de Bordillo
19	Adoquinado

Tabla 5

b) Análisis de Restricciones: En este tipo de proyecto se presentan restricciones que influyen determinadamente en la ejecución de algunas actividades y se las presenta a continuación:

PLANIFICACIÓN INTERMEDIA UPANO-GUAYLLABAMBA

No.	ACTIVIDAD	Lluvia	Presencia de Tuberías de Agua Potable	Presencia de Tuberías de Alcantarillado	Mano de Obra	Diseño	Materiales	Equipos
1	Replanteo de Cajas y de Acometidas	si	si	si	si	si	si	si
2	Rotura de Acera de Hormigón	si	si	si	si	si	si	si
3	Desalojo de Escombros	si	si	si	si	si	si	si
4	Excavación para Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
5	Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
6	Relleno y Compactación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
7	Excavación para Cajas Eléctricas y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
8	Encofrado de Cajas Eléctricas y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
9	Fundición de Cajas Eléctricas y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
10	Armado y Fundición de Losas de Caja Eléctrica y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
11	Excavación y Colocación de Manguera para Acometidas Domiciliarias	si	si	si	si	si	si	si
12	Excavación y Colocación de Manguera para Alumbrado Público	si	si	si	si	si	si	si
13	Nivelación y Compactación de Sub-rasante	si	si	si	si	si	si	si
14	Nivelación y Compactación de Sub-base	si	si	si	si	si	si	si
15	Colocación de Bordillo	si	si	si	si	si	si	si
16	Adoquinado	si	si	si	si	si	si	si

Tabla 6

PLANIFICACIÓN INTERMEDIA UPANO-GUAYLLABAMBA

No.	ACTIVIDAD	Lluvia	Presencia de Tuberías de Agua Potable	Presencia de Tuberías de Alcantarillado	Mano de Obra	Diseño	Materiales	Equipos
1	Replanteo de Cajas y de Acometidas	si	si	si	si	si	si	si
2	Rotura de Acera de Hormigón	si	si	si	si	si	si	si
3	Desalojo de Escombros	si	si	si	si	si	si	si
4	Excavación para Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
5	Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
6	Relleno y Compactación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
7	Excavación para Cajas Eléctricas y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
8	Encofrado de Cajas Eléctricas y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
9	Fundición de Cajas Eléctricas y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
10	Armado y Fundición de Losas de Caja Eléctrica y de Conectividad	si	si	si	si	si	si	si
11	Excavación y Colocación de Manguera para Acometidas Domiciliarias	si	si	si	si	si	si	si
12	Excavación y Colocación de Manguera para Alumbrado Público	si	si	si	si	si	si	si
13	Nivelación y Compactación de Sub-rasante	si	si	si	si	si	si	si
14	Nivelación y Compactación de Sub-base	si	si	si	si	si	si	si
15	Colocación de Bordillo	si	si	si	si	si	si	si
16	Adoquinado	si	si	si	si	si	si	si

Tabla 7

- No se pudo liberar las actividades “Excavación para Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad” y “Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad” por la presencia de tuberías de alcantarillado domiciliarias existentes, y que en muchos casos no se encontró la caja de revisión interna domiciliaria por lo que se desconocía la ubicación de dicha red, la única manera de liberar esta restricción era al momento de realizar la excavación.

c) Métodos de Ejecución de los Trabajos: Se utilizó varios métodos de trabajo para poder liberar la restricciones, como se explica a continuación:

- USO DE CALICATAS: Antes de intervenir en el tramo, se realizó un estudio de todas las acometidas de agua potable existentes, y posteriormente se realizó calicatas para determinar la profundidad a la que estas se encontraban, con el fin de que al momento de ejecutar la excavación para las tuberías eléctricas, conectividad y alcantarillado no ocurra ruptura en las tuberías de agua potable y así evitar dejar sin servicio a los domicilios y prever una inundación en la zona de excavación, que podría ocasionar un gran retraso.

- PROTECCIÓN DE SUBRASANTE: La presencia de lluvias durante las tardes llevó a ingeniar un método para la protección de la sub-rasante debido a que las lluvias producían una saturación del suelo, originando lodos que impedían la continuidad de los trabajos, ocasionando una perdida de tiempo y recursos al intentar reconformar las zonas afectadas, una de las soluciones fue romper la acera solamente 1,10 m de ancho que era el necesario para la excavación e instalación de la tubería eléctrica y de conectividad, en el momento que se presentaba la lluvia se colocaba plástico en el área descubierta, para proteger la sub-rasante, el

mismo procedimiento se lo realizaba cuando se retiraba toda la acera de hormigón; el uso de plástico fue necesario para cualquier excavación tanto de cajas como de tuberías para impedir que estas se llenen de agua.

4.2.1.3 Implementación de la Planificación Semanal:

Para la implementación de esta fase se tienen los siguientes puntos:

a) Reunión de Planificación Semanal: Estas reuniones se las llevaba a cabo con los maestros, los operadores de la maquinaria, residentes y superintendente, las que se realizó los días viernes por la tarde, se eligió este día debido a que al ser el último día de la semana, y se tenían los resultados de las actividades que se lograron cumplir y las que no, en base a esto se realizaba la planificación para la siguiente semana. Los puntos básicos tratados en cada reunión eran los siguientes:

- El porcentaje de actividades cumplidas (P.A.C) de la semana que culminó.
- Causas de no cumplimiento (C.N.C) de la semana que culminó.
- Soluciones para las causas de no cumplimiento.
- Análisis de posibles restricciones a presentarse en la siguiente semana.
- Pedido de materiales para la siguiente semana.
- Organización de la maquinaria a intervenir.

b) Periodo de Implementación del Sistema: El periodo de implementación fue dividida en 2 partes; la primera fue de observación que inicio el día 26 de Marzo del 2013 al 10 de Mayo del 2013 en el tramo del Colegio Experimental Juan Pío Montúfar donde se obtuvieron rendimientos, problemas que se suscitaron, metodologías de trabajo, es decir un análisis que sirvió para las futuras planificaciones con implementación del Sistema del Ultimo

Planificador. La segunda parte fue de la implementación del sistema con un período 5 semanas y media que inicio el 13 de Mayo del 2013 al 19 de Junio del 2013, los tramos a tratar fueron UPANO-GUAYLLABAMBA de longitud 39m, GUAYLLABAMBA-BOBONAZA de longitud 63m y BOBONAZA-TRUJILLO de longitud 116m.

c) Planificación Semanal: La planificación semanal se la realizo para los distintos tramos estudiados y se la hacía al final de cada semana que concluía.

TRAMO UPANO-GUAYLLABAMBA

PLANIFICACIÓN SEMANAL															
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO			FECHA: 13 DE MAYO 2013							18 DE MAYO 2013					
TRAMO: UPANO - GUAYLLABAMBA			CONTRATISTA: EGARCO CIA. LTDA.							UBICACIÓN: AV. NAPO					
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UNIDAD	CANTIDAD PROGRAMADA	SEMANA 1						CANTIDAD EJECUTADA	CUMPLIMIENTO		
				L	M	M	J	V	S		SI	NO	MOTIVO
Replanteo de Cajas y Acometidas	Patricio Llulluna	global	-	x						-	x		
Rotura de Acera de Hormigón	Alejandro Ichau	m²	302,47	x						302,47	x		
Desalojo de Escombros	Volquetas 1 y 2	m³	36,30	x						36,30	x		
Excavación para Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	Isaac Acero	ml	36,00		x					36,00	x		
Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	36,00		x					36,00	x		
Relleno y Compactación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	36,00		x					36,00	x		
Excavación para Cajas Eléctricas y de Conectividad	John Llulluna	m³	16,34			x	x			16,34	x		
Encofrado de Cajas Eléctricas y de Conectividad	John Llulluna	m²	31,84				x	x		31,84	x		
Fundición de Cajas Eléctricas y de Conectividad	John Llulluna	m³	5,50					x		5,50	x		
Armado y Fundición de Losas de Caja Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	m³	1,70						x	1,70	x		
Nivelación y Compactación de Sub-Rasante	Silvio Maquisaca	m²	302,47							0,00		x	Trabajos Previos Lluvia

PLANIFICACIÓN SEMANAL															
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO			FECHA: 20 DE MAYO 2013							25 DE MAYO 2013					
TRAMO: UPANO - GUAYLLABAMBA			CONTRATISTA: EGARCO CIA. LTDA.							UBICACIÓN: AV. NAPO					
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UNIDAD	CANTIDAD PROGRAMADA	SEMANA 2						CANTIDAD EJECUTADA	CUMPLIMIENTO		
				L	M	M	J	V	S		SI	NO	MOTIVO
Nivelación y Compactación de Sub-Rasante	Silvio Maquisaca	m²	302,47	x						302,47	x		
Excavación y Colocación de Manguera para Acometidas Domiciliarias	John Llulluna	ml	21,00	x						21,00	x		
Excavación y Colocación de Manguera para Alumbrado Público	John Llulluna	ml	36,00		x					36,00	x		
Nivelación y Compactación de Sub-Base	Silvio Maquisaca	m³	60,49		x	x				60,49	x		
Colocación de Bordillo	F. Chuquimarca	ml	52,00			x	x			52,00	x		
Adoquinado	F. Chuquimarca	m²	302,47					x	x	187,00		x	Material

PLANIFICACIÓN SEMANAL															
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO			FECHA: 27 DE MAYO 2013							1 DE JUNIO 2013					
TRAMO: UPANO - GUAYLLABAMBA			CONTRATISTA: EGARCO CIA. LTDA.							UBICACIÓN: AV. NAPO					
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UNIDAD	CANTIDAD PROGRAMADA	SEMANA 3						CANTIDAD EJECUTADA	CUMPLIMIENTO		
				L	M	M	J	V	S		SI	NO	MOTIVO
Adoquinado	F. Chuquimarca	m²	115,47	x	x					115,47	x		

Tabla 8

TRAMO GUAYLLABAMBA-BOBONAZA

PLANIFICACIÓN SEMANAL															
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO			FECHA: 20 DE MAYO 2013							25 DE MAYO 2013					
TRAMO: GUAYLLABAMBA - BOBONAZA			CONTRATISTA: EGARCO CIA. LTDA.							UBICACIÓN: AV. NAPO					
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UNIDAD	CANTIDAD PROGRAMADA	SEMANA 1						CANTIDAD EJECUTADA	CUMPLIMIENTO		
				L	M	M	J	V	S		SI	NO	MOTIVO
Replanteo de Cajas y Acometidas	Patricio Llulluna	global	-	x						-	x		
Rotura de Acera de Hormigón	Alejandro Ichau	m²	485,50	x						247,20		x	Socialización Lluvia
Desalojo de Escombros	Volquetas 1 y 2	m³	72,83	x						37,08		x	Socialización Lluvia
Excavación para Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	Isaac Acero	ml	30,00		x					30,00	x		
Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	30,00		x					30,00	x		
Relleno y Compactación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	30,00		x					30,00	x		
Excavación para Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	16,34			x				16,34	x		
Encofrado de Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m²	31,84				x			31,84	x		
Fundición de Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	5,50				x			5,50	x		
Armado y Fundición de Losas de Caja Eléctrica y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	1,70					x		1,70	x		
Excavación y Colocación Tubería Alcantarillado	John Llulluna	ml	28,50				x	x		28,50	x		
Relleno y Compactación Tubería Alcantarillado	John Llulluna	ml	28,50				x	x		28,50	x		
Excavación, Encofrado y Fundición de Cajas para Alcantarillado	John Llulluna	unidad	3,00					x	x	3,00	x		
Nivelación y Compactación de Sub-Rasante	Silvio Maquisaca	m²	247,20							0,00		x	Socialización Lluvia

PLANIFICACIÓN SEMANAL															
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO			FECHA: 27 DE MAYO 2013							01 DE JUNIO 2013					
TRAMO: GUAYLLABAMBA - BOBONAZA			CONTRATISTA: EGARCO CIA. LTDA.							UBICACIÓN: AV. NAPO					
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UNIDAD	CANTIDAD PROGRAMADA	SEMANA 2						CANTIDAD EJECUTADA	CUMPLIMIENTO		
				L	M	M	J	V	S		SI	NO	MOTIVO
Rotura de Acera de Hormigón	Alejandro Ichau	m²	238,30	x	x					238,30	x		
Desalojo de Escombros	Volquetas 1 y 2	m³	35,75	x	x					35,75	x		
Excavación para Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	Isaac Acero	ml	29,00	x						29,00	x		
Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	29,00	x						29,00	x		
Relleno y Compactación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	29,00	x						29,00	x		
Excavación para Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	8,17		x					8,17	x		
Encofrado de Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m²	15,92			x				15,92	x		
Fundición de Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	2,60			x				2,60	x		
Armado y Fundición de Losas de Caja Eléctrica y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	0,85				x			0,85	x		
Nivelación y Compactación de Sub-rasante	Silvio Maquisaca	m²	485,50			x	x			485,50	x		
Excavación y Colocación de Manguera para Acometidas Domiciliarias	John Llulluna	ml					x				x		
Excavación y Colocación de Manguera para Alumbrado Público	Jaime Urrego	ml	52,00				x			52,00	x		
Nivelación y Compactación de Sub Base	Silvio Maquisaca	m²	485,50					x	x	485,50	x		
Colocación de Bordillo	F. Chuquimarca	ml	65,00					x	x	65,00	x		

PLANIFICACIÓN SEMANAL															
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO			FECHA: 03 DE MAYO 2013							08 DE JUNIO 2013					
TRAMO: GUAYLLABAMBA - BOBONAZA			CONTRATISTA: EGARCO CIA. LTDA.							UBICACIÓN: AV. NAPO					
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UNIDAD	CANTIDAD PROGRAMADA	SEMANA 3						CANTIDAD EJECUTADA	CUMPLIMIENTO		
				L	M	M	J	V	S		SI	NO	MOTIVO
Adoquinado	F. Chuquimarca	m²	485,50	x	x	x	x	x		485,50	x		

Tabla 9

TRAMO BOBONAZA-TRUJILLO

PLANIFICACIÓN SEMANAL														
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO				FECHA: 27 DE MAYO 2013							01 DE JUNIO 2013			
TRAMO: BOBONAZA - TRUJILLO				CONTRATISTA: EGARCO CIA. LTDA.							UBICACIÓN: AV. NAPO			
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	**RESPONSABLE**	**UNIDAD**	**CANTIDAD PROGRAMADA**	**SEMANA 1**						**CANTIDAD EJECUTADA**	**CUMPLIMIENTO**		
				L	**M**	**M**	**J**	**V**	**S**		**SI**	**NO**	**MOTIVO**
Replanteo de Cajas y Acometidas	Patricio Llulluna	global	-		x					-	x		
Rotura de Acera de Hormigón	Alejandro Ichau	m²	395,50		x	x				395,50	x		
Desalojo de Escombros	Volquetas 1 y 2	m³	59,33		x	x				59,33	x		
Excavación para Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	Isaac Acero	ml	66,00		x	x				66,00	x		
Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	66,00		x	x				66,00	x		
Relleno y Compactación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	66,00		x	x				66,00	x		
Excavación para Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	24,52			x	x			24,52	x		
Encofrado de Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m²	47,76				x	x		47,76	x		
Fundición de Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	7,81					x		7,81	x		
Armado y Fundición de Losas de Caja Eléctrica y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	2,55						x	2,55	x		
Excavación y Colocación Tubería Alcantarillado	John Llulluna	ml	50,75				x	x		50,75	x		
Relleno y Compactación Tubería Alcantarillado	John Llulluna	ml	50,75				x	x		50,75			
Excavación, Encofrado y Fundición de Cajas para Alcantarillado	John Llulluna	unidad	6,00					x	x	6,00			
Nivelación y Compactación de Sub-Rasante	Silvio Maquisaca	m²	395,50							0,00			Trabajos Previos Lluvia

PLANIFICACIÓN SEMANAL														
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO				FECHA: 03 DE JUNIO 2013							08 DE JUNIO 2013			
TRAMO: BOBONAZA - TRUJILLO				CONTRATISTA: EGARCO CIA. LTDA.							UBICACIÓN: AV. NAPO			
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	**RESPONSABLE**	**UNIDAD**	**CANTIDAD PROGRAMADA**	**SEMANA 2**						**CANTIDAD EJECUTADA**	**CUMPLIMIENTO**		
				L	**M**	**M**	**J**	**V**	**S**		**SI**	**NO**	**MOTIVO**
Rotura de Acera de Hormigón	Alejandro Ichau	m²	279,35	x	x					279,35	x		
Desalojo de Escombros	Volquetas 1 y 2	m³	41,90	x	x					41,90	x		
Excavación para Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	Isaac Acero	ml	47,00	x						47,00	x		
Colocación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	47,00	x						47,00	x		
Relleno y Compactación de Tubería Eléctrica y de Conectividad	John Llulluna	ml	47,00	x						47,00	x		
Excavación para Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	16,34		x					16,34	x		
Encofrado de Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m²	31,84			x				31,84	x		
Fundición de Cajas Eléctricas y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	5,21			x				5,21	x		
Armado y Fundición de Losas de Caja Eléctrica y de Conectividad	Luis Tarabata	m³	1,70				x			1,70	x		
Excavación y Colocación Tubería Alcantarillado	John Llulluna	ml	55,50			x	x			55,50	x		
Relleno y Compactación Tubería Alcantarillado	John Llulluna	ml	55,50			x	x			55,50	x		
Excavación, Encofrado y Fundición de Cajas para Alcantarillado	John Llulluna	unidad	5,00				x	x		5,00	x		
Nivelación y Compactación de Sub-Rasante	Silvio Maquisaca	m²	674,50		x	x	x	x	x	674,50	x		
Excavación y Colocación de Manguera para Acometidas Domiciliarias	John Llulluna	ml						x	x				
Excavación y Colocación de Manguera para Alumbrado Público	Jaime Urrego	ml	60,00		x	x				60,00	x		

Tabla 10

TRAMO BOBONAZA-TRUJILLO

PLANIFICACIÓN SEMANAL																	
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO				FECHA: 10 DE JUNIO 2013							15 DE JUNIO 2013						
TRAMO: BOBONAZA - TRUJILLO				CONTRATISTA: EGARCO CIA. LTDA.							UBICACIÓN: AV. NAPO						
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UNIDAD	CANTIDAD PROGRAMADA	SEMANA 3							CANTIDAD EJECUTADA	CUMPLIMIENTO					
				L	M	M	J	V	S			SI	NO	MOTIVO			
Nivelación y Compactación de Sub Base	Silvio Maquisaca	m²	674,50	x	x	x					674,50	x					
Colocación de Bordillo	F. Chuquimarca	ml	113,00			x	x				113,00	x					
Adoquinado	F. Chuquimarca	m²	337,25				x	x	x		195,00		X	Trabajos Previos			

PLANIFICACIÓN SEMANAL																	
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN DE ACERAS Y SOTERRAMIENTO DE DUCTOS PARA CABLEADO DE SERVICIOS DE LA AV. NAPO				FECHA: 17 DE JUNIO 2013							20 DE JUNIO 2013						
TRAMO: BOBONAZA - TRUJILLO				CONTRATISTA: EGARCO CIA. LTDA.							UBICACIÓN: AV. NAPO						
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UNIDAD	CANTIDAD PROGRAMADA	SEMANA 4							CANTIDAD EJECUTADA	CUMPLIMIENTO					
				L	M	M	J	V	S			SI	NO	MOTIVO			
Adoquinado	F. Chuquimarca	m²	479,50	x	x	x	x				479,50	x					

Tabla 11

a) Análisis de Resultados:

PORCENTAJE DE ACTIVIDADES CUMPLIDAS (PAC)

TRAMO UPANO - GUAYLLABAMBA

Semana	Fecha de inicio	Total Actividades	Actividades Cumplidas	PAC
1	13-may.-13	11	10	91%
2	20-may.-13	6	5	83%
3	27-may.-13	1	1	100%

Tabla 12

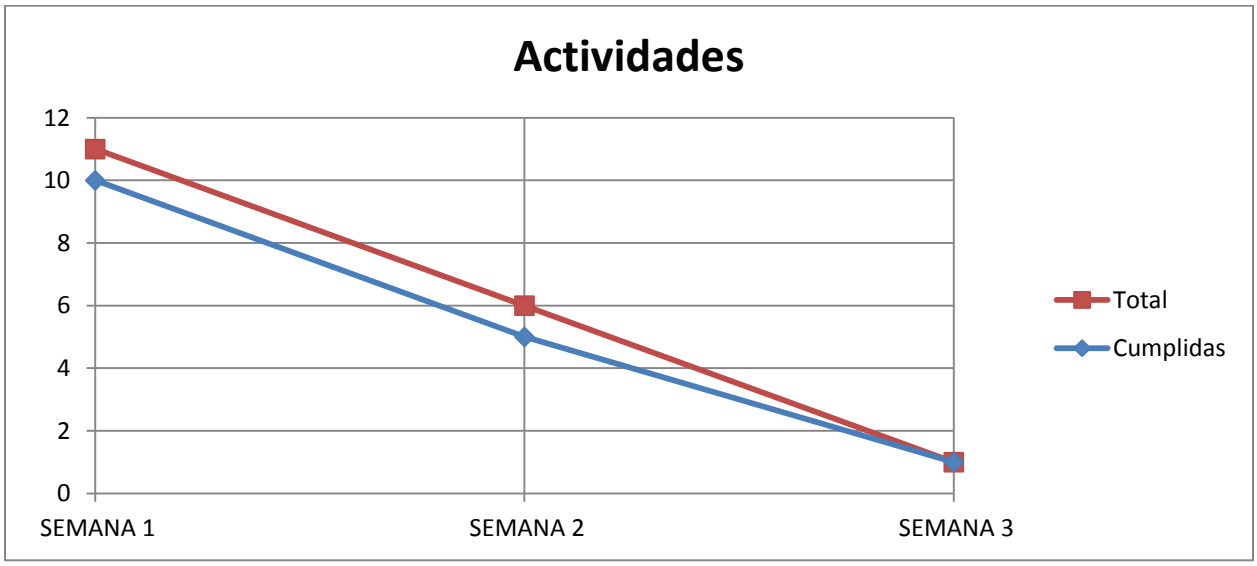


Ilustración 19

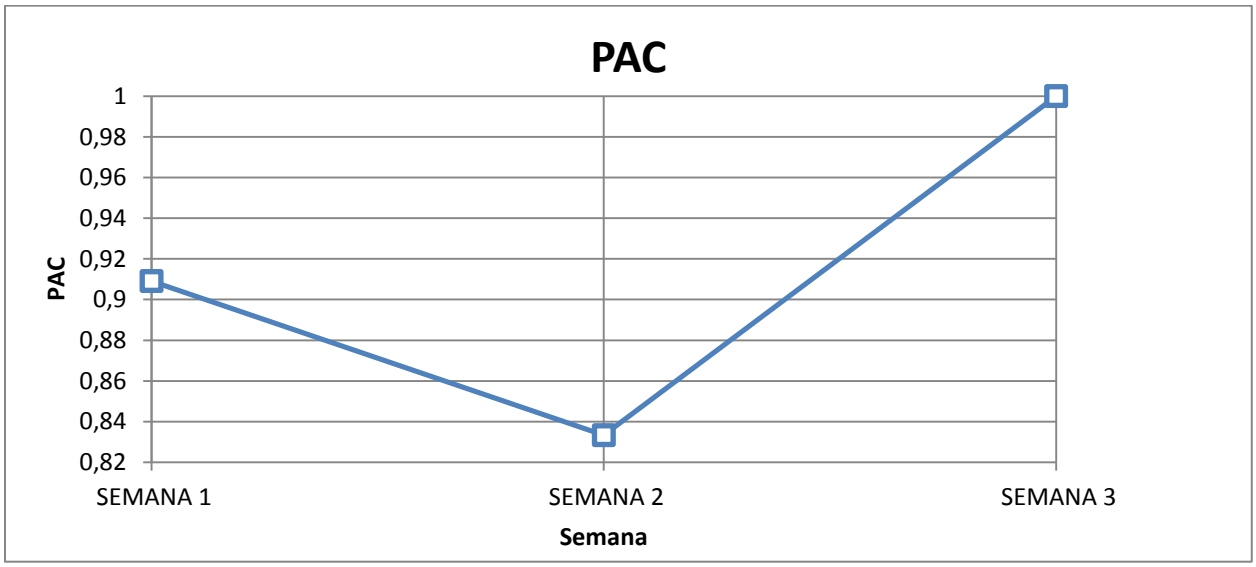


Ilustración 20

CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

TRAMO UPANO - GUAYLLABAMBA

CAUSAS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	TOTAL	
Mano de obra	0	0	0	0	0%
Trabajos previos	1	0	0	1	33%
Materiales	0	1	0	1	33%
Programación	0	0	0	0	0%
Maquinaria y Equipos	0	0	0	0	0%
Clima	1	0	0	1	33%
Errores de ejecución	0	0	0	0	0%
Control de calidad	0	0	0	0	0%
Cambios	0	0	0	0	0%
Socialización	0	0	0	0	0%
Otros	0	0	0	0	0%
	2	1	0	3	

Tabla 13

***0: Causa que no afecta a ninguna actividad de la planificación semanal.**
***1: Causa que afecta a una actividad de la planificación semanal.**
***n: Causa que afecta a "n" actividades de la planificación semanal.**

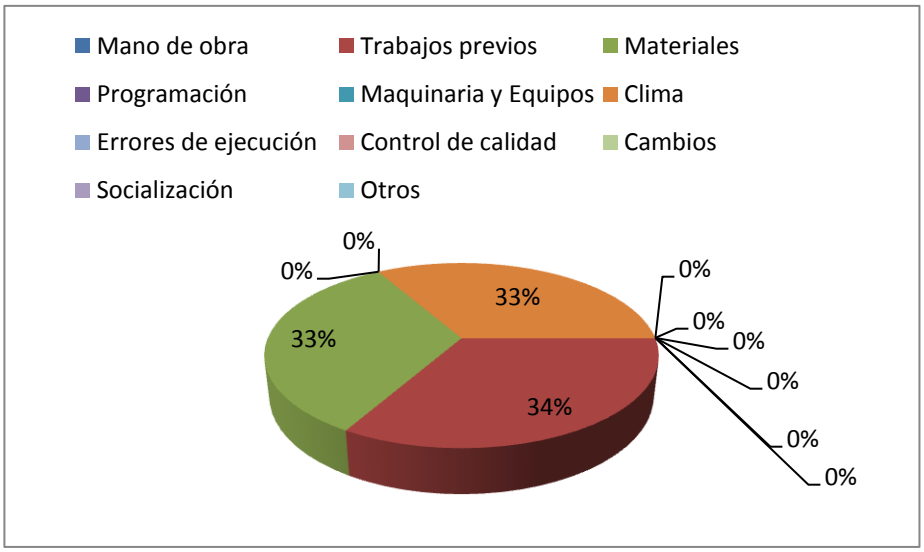


Ilustración 21

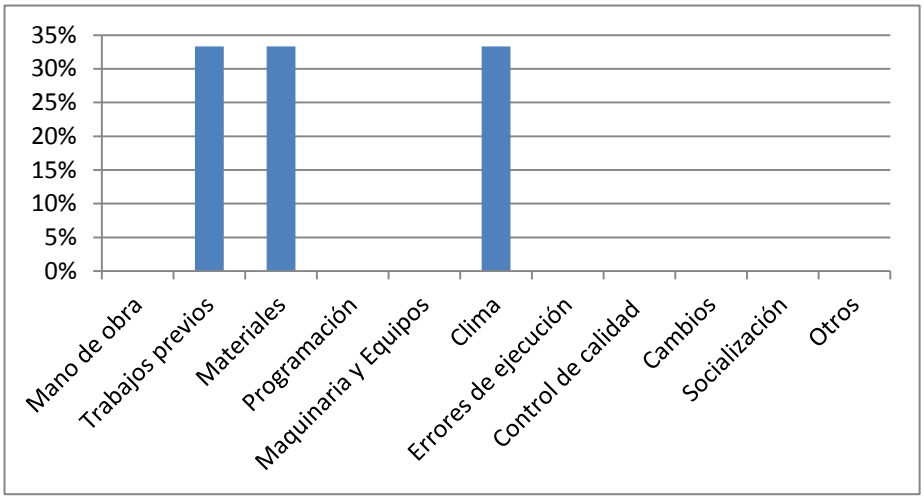


Tabla 14

PORCENTAJE DE ACTIVIDADES CUMPLIDAS (PAC)

TRAMO GUAYLLABAMBA-BOBONAZA

Semana	Fecha de inicio	Total Actividades	Actividades Cumplidas	PAC
1	20-may.-13	14	11	79%
2	27-may.-13	14	14	100%
3	3-jun.-13	1	1	100%

Tabla 15

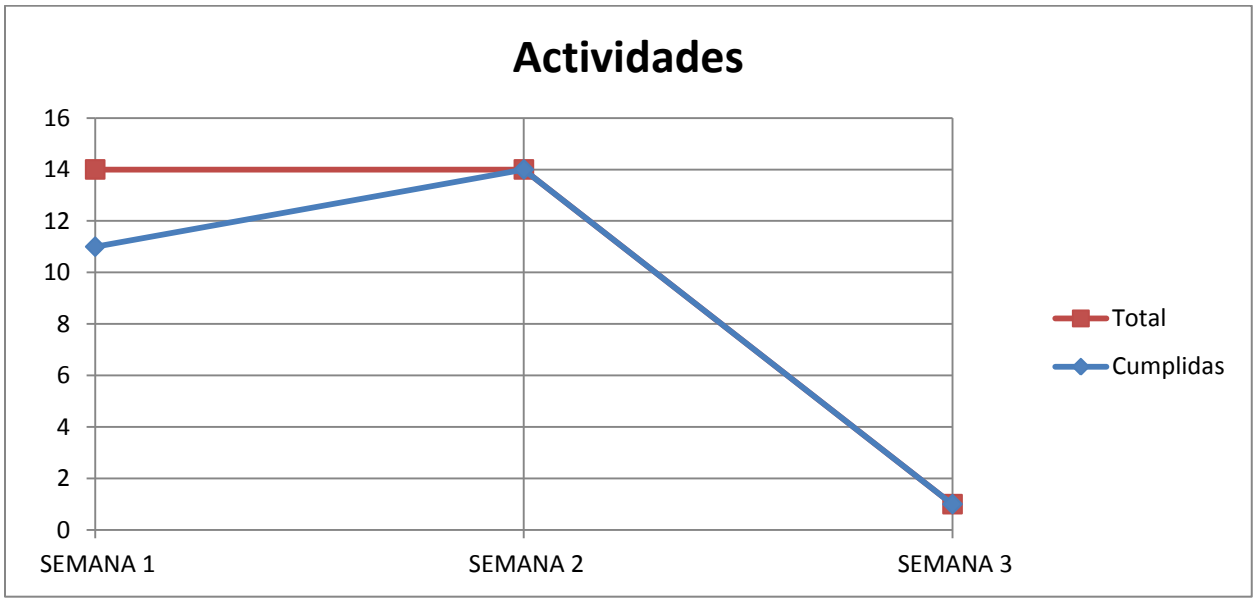


Ilustración 22

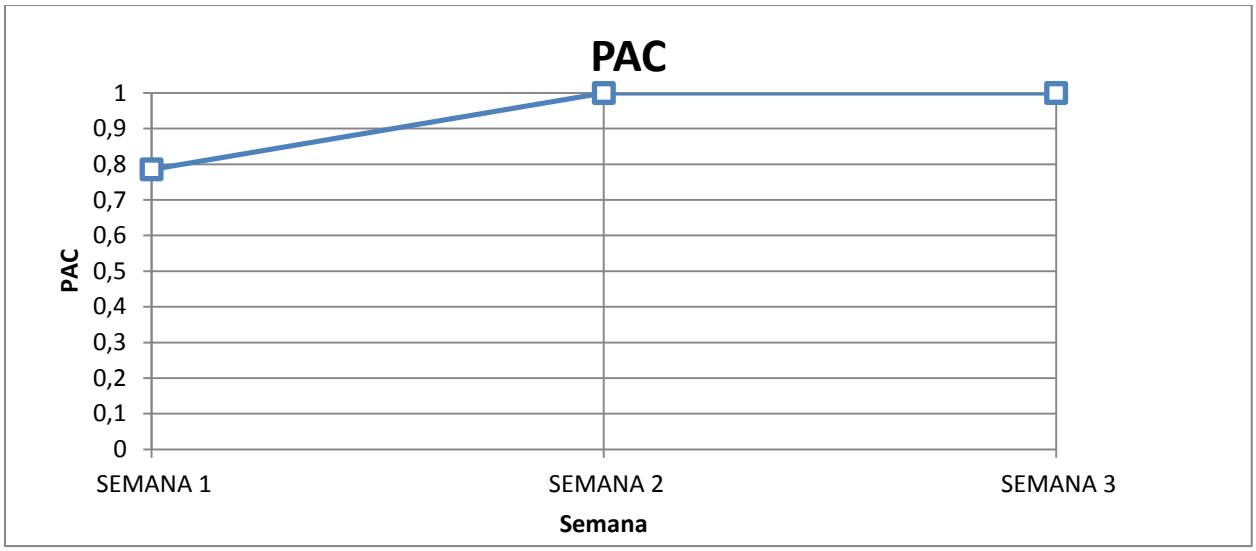


Ilustración 23

CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

TRAMO GUAYLLABAMBA-BOBONAZA

CAUSAS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	TOTAL	
Mano de obra	0	0	0	0	0%
Trabajos previos	0	0	0	0	0%
Materiales	0	0	0	0	0%
Programación	0	0	0	0	0%
Maquinaria y Equipos	0	0	0	0	0%
Clima	3	0	0	3	50%
Errores de ejecución	0	0	0	0	0%
Control de calidad	0	0	0	0	0%
Cambios	0	0	0	0	0%
Socialización	3	0	0	3	50%
Otros	0	0	0	0	0%
	6	0	0	6	

Tabla 16

***0: Causa que no afecta a ninguna actividad de la planificación semanal.**
***1: Causa que afecta a una actividad de la planificación semanal.**
***n: Causa que afecta a "n" actividades de la planificación semanal.**

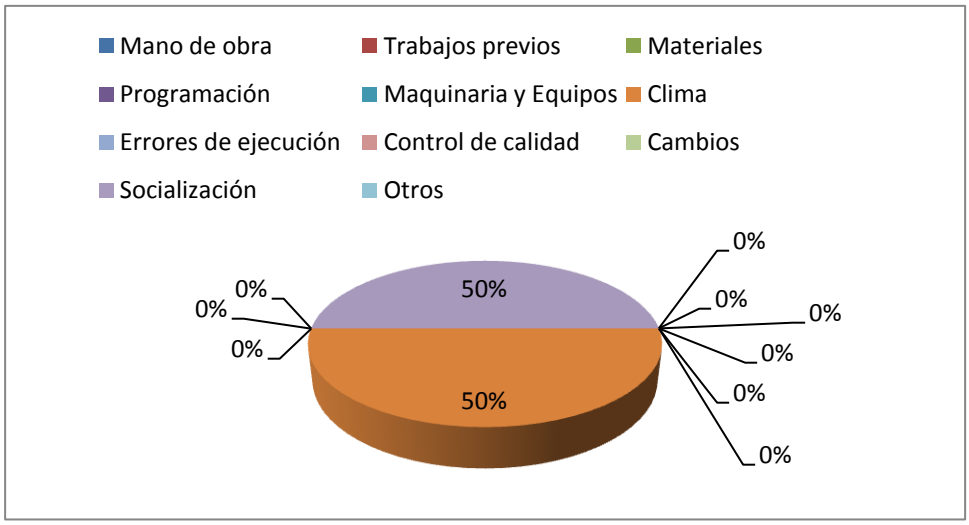


Ilustración 24

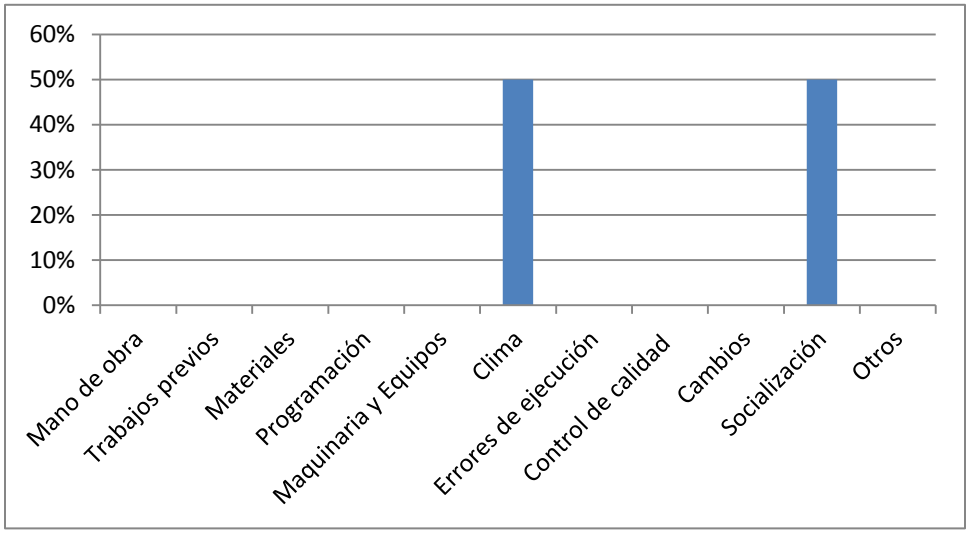


Ilustración 25

PORCENTAJE DE ACTIVIDADES CUMPLIDAS (PAC)

TRAMO BOBONAZA-TRUJILLO

Semana	Fecha de inicio	Total Actividades	Actividades Cumplidas	PTC
1	27-may.-13	14	13	93%
2	3-jun.-13	15	15	100%
3	10-jun.-13	3	2	67%
4	17-jun.-13	1	1	100%

Ilustración 26

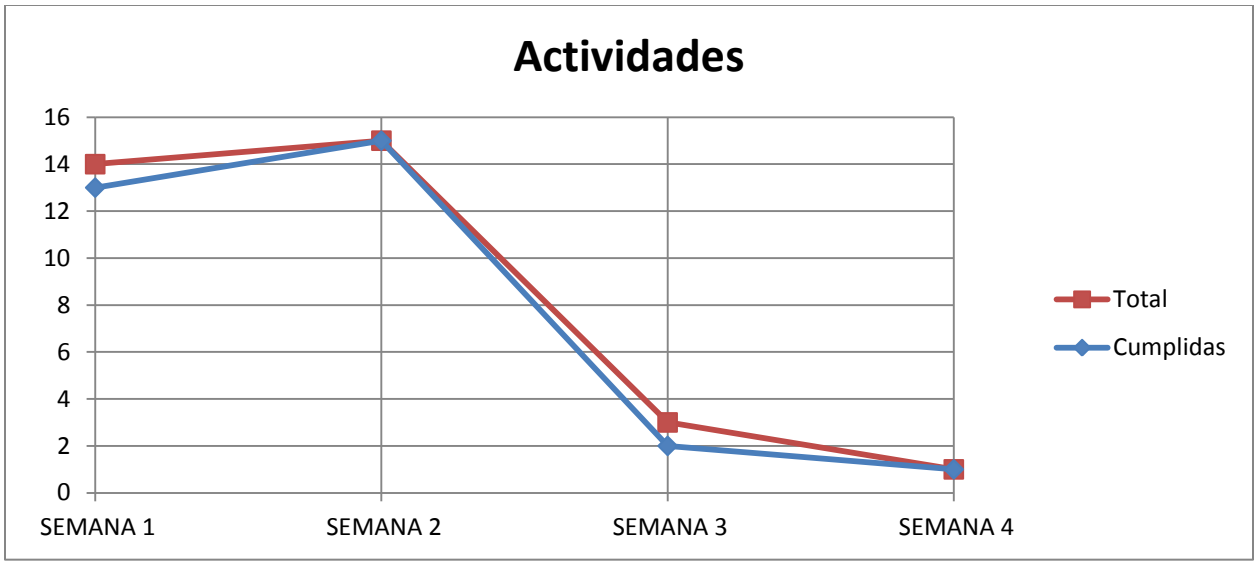


Ilustración 27

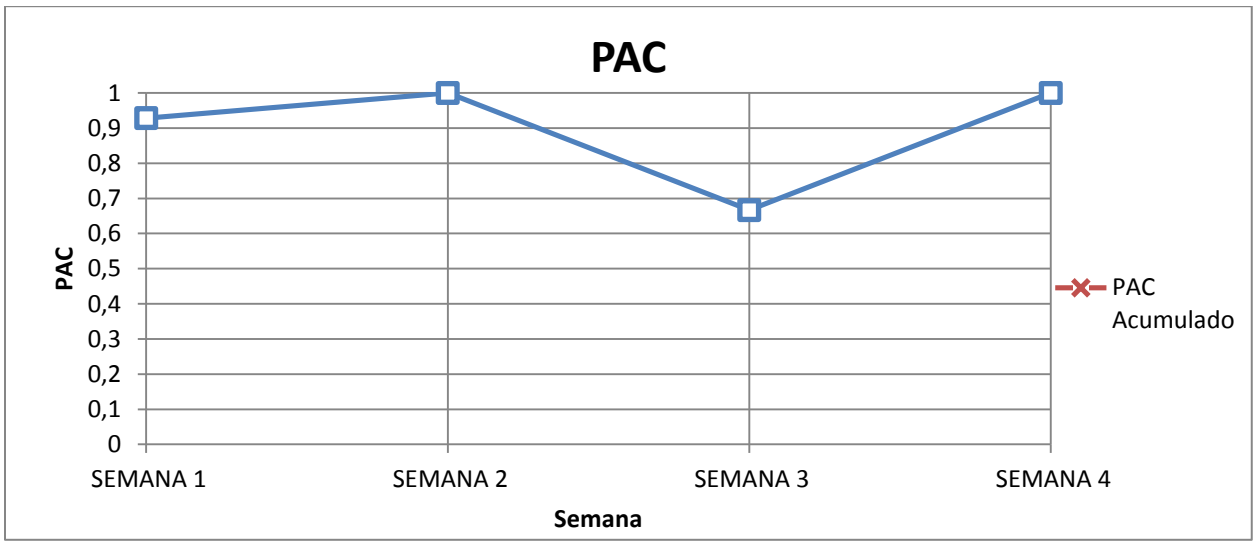


Ilustración 28

CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

TRAMO BOBONAZA-TRUJILLO

CAUSAS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	TOTAL	
Mano de obra	0	0	0	0	0	0%
Trabajos previos	1	0	1	0	2	67%
Materiales	0	0	0	0	0	0%
Programación	0	0	0	0	0	0%
Maquinaria y Equipos	0	0	0	0	0	0%
Clima	1	0	0	0	1	33%
Errores de ejecución	0	0	0	0	0	0%
Control de calidad	0	0	0	0	0	0%
Cambios	0	0	0	0	0	0%
Socialización	0	0	0	0	0	0%
Otros	0	0	0	0	0	0%
	2	0	1	0	3	

Tabla 17

***0: Causa que no afecta a ninguna actividad de la planificación semanal.**
***1: Causa que afecta a una actividad de la planificación semanal.**
***n: Causa que afecta a "n" actividades de la planificación semanal.**

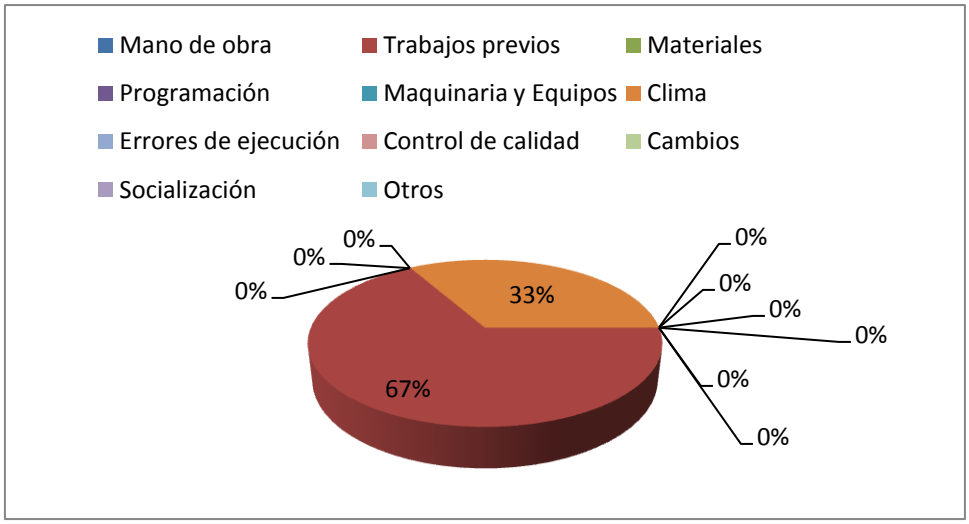


Ilustración 29

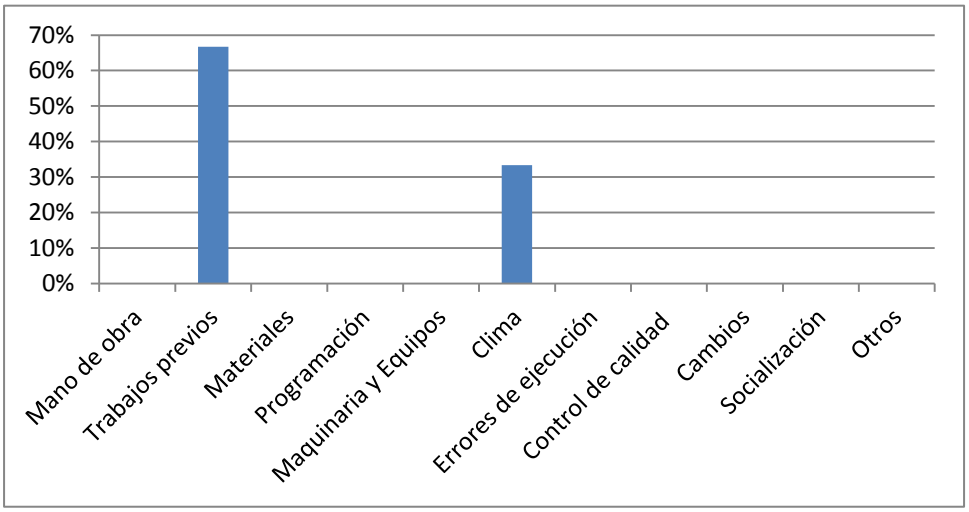


Ilustración 30

Las principales causas de no cumplimiento según los resultados fueron: Lluvia, Trabajos Previos y Socialización; en los tramos Upano-Guayllabamba y Bobonaza-Trujillo las causas de no cumplimiento no tuvieron mucha incidencia en las semanas de ejecución de actividades, debido a que afectan solo a una actividad, pero en el tramo Guayllabamba-Bobonaza las causas de no cumplimiento afectaron a 3 actividades, esto dado a que existió una oposición hacia los trabajos, por parte de los moradores del tramo Guayllabamba-Bobonaza, quienes paralizaron las actividades programadas, debido a falta de información y conocimiento del acabado final del proyecto; para resolver este problema se solicitó la intervención de la administración Eloy Alfaro quienes realizaron una socialización con los moradores de las cuadras a intervenir, con la finalidad de que exista un compromiso de aceptación de los trabajos que implicaría una mejora para su futuro, esta ayuda que ofreció la administración se ve reflejada en la Semana 2 (tabla No. 9) donde el porcentaje de actividades cumplidas paso a ser del 100% comparado con la Semana 1 que fue del 79%, como se puede observar en el siguiente tramo Bobonaza-Trujillo (tabla No.10) no se volvieron a presentar causas de no cumplimiento por el motivo de Socialización.

La lluvia fue otra causa de no cumplimiento que afecto a 3 actividades en específico de la semana 1 del tramo Guayllabamba-Bobonaza (tabla No. 9) en la

reunión semanal una de las soluciones propuestas por uno de los Residentes de Obra, fue utilizar plástico para recubrir y proteger la sub-rasante, de las lluvias que se presentaban en la tarde y que impedían continuar las actividades al día siguiente, esta solución se ve reflejada en la Semana 2 (tabla No.9) donde el porcentaje de actividades cumplidas paso a ser del 100% comparado con la Semana 1 que fue del 79%.

5. CAPÍTULO V CONCLUSIONES

- Como resultado de aplicar los criterios del último planificador se logró incrementar la confiabilidad de la planificación y un aumento de la productividad de las cuadrillas en el soterramiento de la avenida Napo, dado a que en cada reunión semanal las asignaciones de las actividades a cada cuadrilla fueron bien definidas y entregadas a las unidades de producción más aptas para su realización , la secuencia de los trabajos se los designo de una manera lógica para que exista un tren de trabajo fluido y sin interrupciones, la cantidad de trabajo propuesta fue determinada después de observar los rendimientos de las unidades de producción siempre y cuando exista el compromiso de que se va a cumplir y no se exceda la carga de trabajo a la capacidad de los trabajadores. Cuando no se logró cumplir una actividad se tomaron las respectivas acciones correctivas para que exista una protección contra la incertidumbre y la variación, asegurando de esta forma que la capacidad productiva no sea desperdiciada en espera de la solución de problemas. El control y la comunicación del último planificador con las cuadrillas de trabajo fue la clave para tener elevados índices de actividades cumplidas.

- Al implementar el Sistema del Ultimo Planificador se obtuvo un equipo de trabajo óptimo, es decir intervinieron todos los involucrados en la realización de las actividades sin importar el rango pero siempre manteniendo el respeto, se exigió al máximo el rendimiento de todas las unidades de producción para cumplir con los objetivos propuestos, pero los mismos supieron decir, cuando NO era posible realizar una actividad y daban una mejor propuesta o solución, así se eliminaban los tiempos ociosos, es aquí donde la COMUNICACIÓN era fundamental en el equipo.

- Es importante que exista una buena comunicación en cada reunión semanal con la unidad de producción, de tal manera que genere el conocimiento de las actividades, asi se resuelve cualquier incertidumbre y

se da el compromiso por parte de la unidad para lograr cumplir los objetivos establecidos durante la semana.

- La planificación semanal tiene que ser sustentada con una supervisión diaria de trabajo, por parte del residente de obra, debido a que se pueden presentar necesidades en los frentes de trabajo como es el caso de pedidos de material, necesidad de más personal, dirección técnica e instrucciones para el siguiente día; este seguimiento diario nos sirve para que las actividades programadas en la semana se cumplan en su totalidad, para tener un flujo de trabajo constante sin interrupciones por falta de recursos.

- El que se haya estabilizado el flujo de trabajo y mejorado la producción mediante la implementación del sistema, no significa que el proyecto de soterramiento pueda culminar en el plazo determinado, los atrasos ocurridos antes de la implementación no son recuperables; lo que se logró con este sistema es que la planificación sea confiable, disminuyéndose las diferencias entre lo programado y lo realmente ejecutado.

- De la experiencia recogida durante la aplicación del sistema, se puede decir que los residentes de obra son los más aptos para ser los últimos planificadores, debido a que son los técnicos que están todo el tiempo en el lugar físico de la obra, además tienen contacto con todos los trabajadores y están al tanto de las necesidades, falencias, progreso, mediciones constantes, entre otras referencias que se pueden presentar en el terreno para el desempeño del proyecto.

- Luego de un periodo de observación de 7 semanas y un periodo de implementación de 5 semanas en cuatro tramos de la avenida, con una longitud aproximada de 500m de intervención, se logró estabilizar el porcentaje de actividades cumplidas (P.A.C) en 91 % aproximadamente comparada con el tramo del Colegio Experimental Juan Pio Montufar con un P.A.C del 60%, siendo la principales Causas de No Cumplimiento (C.N.C) del período de implementación la falta de aceptación de los habitantes al proyecto y el clima, es decir, factores externos a la planificación.

- El sistema es una herramienta que va a poder ser utilizada en los siguientes tramos del proyecto del soterramiento, debido a que se trata de una obra lineal, dado a que las tareas son en su mayoría repetitivas, además como se observó en el análisis de resultados las causas de no cumplimiento son solucionables y fueron superadas con éxito para no retrasar los trabajos, así, con la experiencia, el compromiso y la mejora continua adquirida en los tramos analizados se puede concluir que este sistema puede ser aplicados para futuros proyectos de soterramiento, debido la buena aceptación que presento este sistema en la empresa constructora.

6. CAPÍTULO VI RECOMENDACIONES

- Para lograr una ideal aplicación del Sistema del Ultimo Planificador es importante el nivel de compromiso de todos los involucrados en el desarrollo de las actividades de la obra, ya que todos son participes directos del trabajo en terreno, así van a tener un real convencimiento de los beneficios que se pueden alcanzar con la aplicación del sistema. Es por esto que las reuniones semanales son indispensables para intercambiar ideas acerca del avance, dificultades o inquietudes del proyecto, es decir las reuniones son el motor del sistema de control y además es donde se obtienen todos los compromisos.

- Para un correcto desarrollo del sistema es necesario hacer un estudio de las falencias que se presentan en el proyecto, si no va a ser aplicado desde el inicio, es por esto que un análisis en campo es importante para evaluar el sistema de producción existente, aprovechar las virtudes de los trabajadores y reducir las debilidades.

- Estar dispuesto todo el equipo de trabajo a la mejora continua, para esto se requiere organización, disciplina y comunicación, al rato de ejecutar las actividades, ya que se va a tener un equipo más enfocado al momento de detectar las partes del proyecto que están fallando, poder llegar al origen de las mismas y eliminarlas de raíz.

- Al aplicar este sistema desde el inicio del proyecto se tendrán asignaciones de trabajos bien definidas, seleccionando una secuencia y cantidad correcta de trabajo, generando una mayor productividad, disminuyendo así las perdidas e imprevistos lo que aumentara el porcentaje de actividades cumplidas.

BIBLIOGRAFÍA

- Argüello, E. (2005). Planificación y gestión de proyectos. Quito.
- Ballard, H. G. (2000). THE LAST PLANNER SYSTEM OF PRODUCTION CONTROL. Birmingham: School of Civil Engineering, The University of Birmingham.
- Barría, C. (2009). Implementación del sistema last planner en la construcción de viviendas. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Botero, L., & Alvarez, M. (2005). Last Planner una avance en la planificación y control de proyectos de construcción estudio del caso de la ciudad de Medellín. Medellín: Universidad del Norte.
- Coronel, J. (2010). Planificación y control de proceso productivo en la construción de proyectos civiles: Un manual/guía para la implemantación de last planner sistemTM.
- Díaz, D. (2007). Aplicación del sistema de planificación Last Planner a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura. Santiago de Chile: Universidad de Santiago de Chile.
- Edifica . (2012, Marzo 15). Lean Construction. Lima, Pero.
- Encalada, D., & Poveda, J. (2012). Implementación del sistema del último planificador para la construcción del Edificio 1 en el campus PUCE Nayón. Quito: PUCE.
- Koskela, L. (1992). Application of the new production philosofy to construction . Finland: CIFE.
- Lean Construction Enterprise. (n.d.). LCE. Retrieved 1 21, 2013, from http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planner#TOC-LAST-PLANNER-EL-LTIMO-PLANIFICADOR-

- Miranda, D. (2012). Implementación del sistema last planner en una habilitación urbana. Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú.
- Nieto, A. (2011). Estrategias para la implementación del sistema de gestión last planner. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Proyect Management Institute. (2013). A Guide to the Project Management of the Body Knowledge . Pennsylvania: PMBOK Guide.
- Rodríguez Fernández, A., Alarcón Cárdenas, L. F., & Pellicer Armiñana, E. (2011). La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador. Valencia: España.

ANEXOS FOTOGRAFICOS

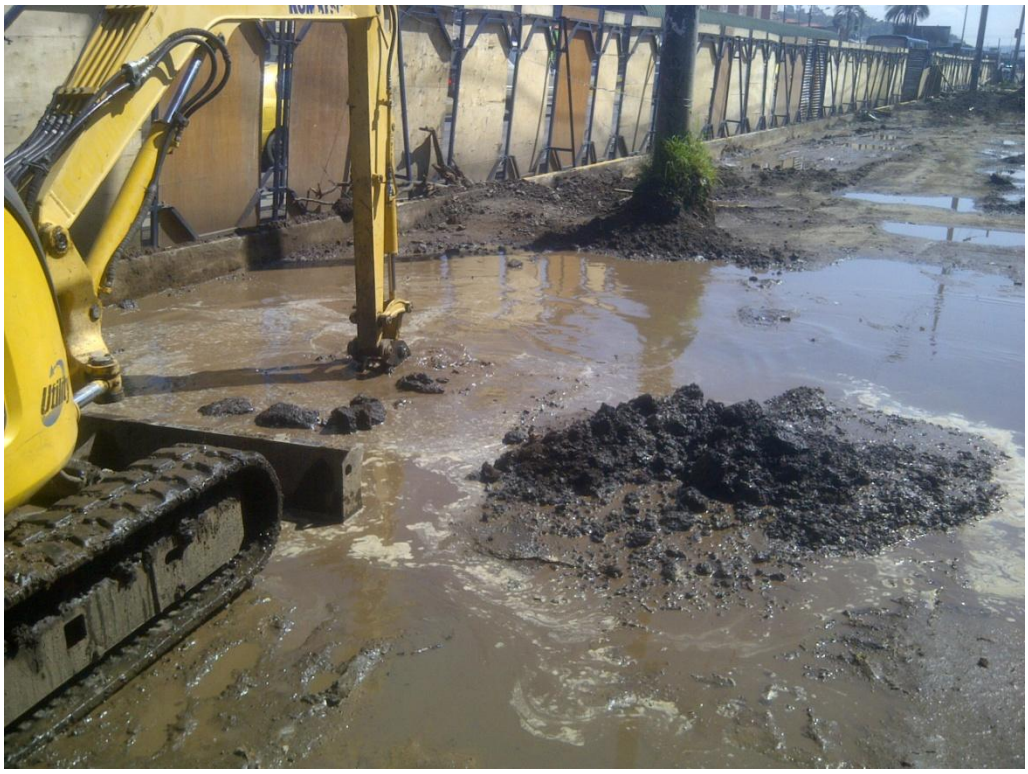
ANEXO 1: Inventario de materiales existente antes de la aplicación.



ANEXO 2: Organización del inventario de materiales.



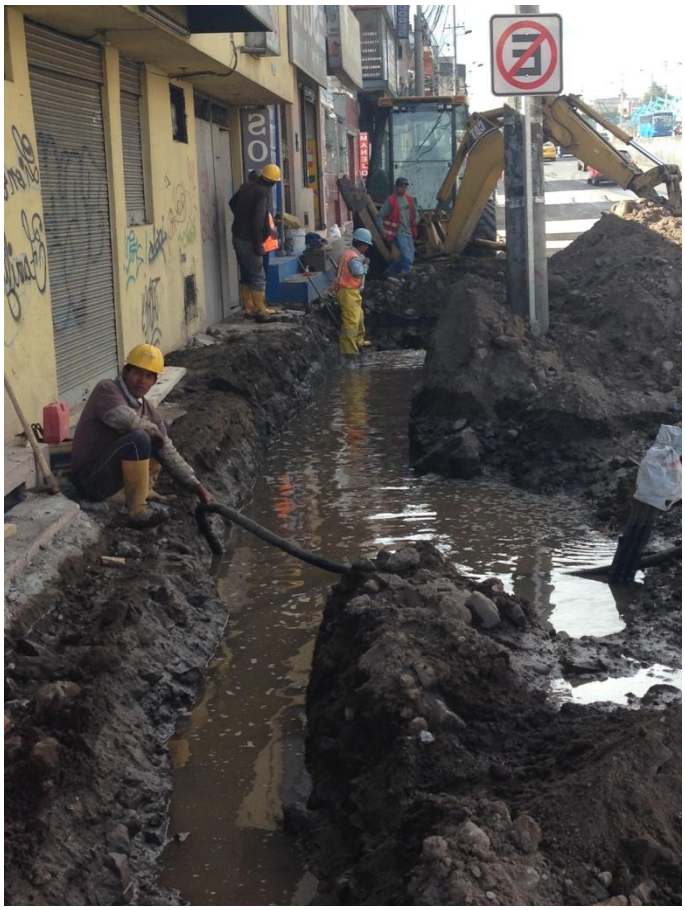
Anexo 3: Estancamiento de agua producto de las lluvias

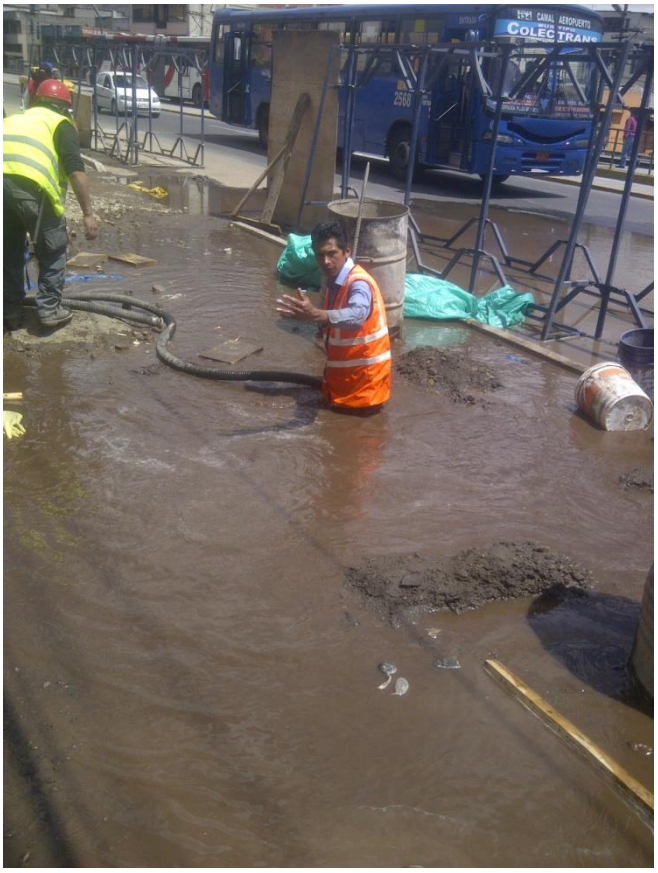


Anexo 4: Método de protección de la sub-rasante para las lluvias



Anexo 5: Rotura de tubería de agua de acometidas domiciliarias al momento de realizar la excavación





Anexo 6: Uso de calicatas para descubrir las acometidas domiciliarias de agua potable, antes de realizar la excavacion



Anexo 7: Excavación para tubería de conectividad en el tramo de observación del Colegio Montufar



Anexo 8: Se realizo una sola excavación para tubería de conectividad y eléctrica después de la implementación.



Anexo 9: Rotura de la acera, solo el ancho excavación para ductos



Anexo 10: Reunión Semanal con las unidades de producción.



Anexo 11: Reunión de sociabilización con los habitantes de los tramos a intervenir



Anexo 12: Reunión de Socialización en sitio



Anexo 13: TRAMO UPANO – GUAYLLABAMBA (ANTES)



Anexo 14 :TRAMO UPANO GUAYLLABAMBA (DESPUES)

