

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES  
CONJUNTO RESIDENCIAL "LAS CLIVIAS DE SURCO"**

**PLANEAMIENTO, PROGRAMACION Y CONTROL DE LA OBRA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar por el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**RANDALL EDSON TRINIDAD PADILLA**

**Lima- Perú**

**2008**

## INDICE

---

RESUMEN.....	2
INTRODUCCION.....	3
CAPITULO 1: DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.....	5
1.1.    ALCANCE.....	5
1.2.    DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	5
CAPITULO 2: MARCO CONCEPTUAL.....	10
2.1.    PLANEAMIENTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRAS: RESEÑA.....	10
2.2.    GESTION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION.....	11
CAPITULO 3: PLANEAMIENTO.....	17
3.1.    IMPORTANCIA DEL PLANEAMIENTO.....	17
3.2.    WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS).....	18
3.3.    PLANEAMIENTO DE OBRAS DE CONSTRUCCION.....	19
CAPITULO 4: PROGRAMACION.....	22
4.1.    PROGRAMACION DE OBRAS.....	22
4.2.    METODOS DE PROGRAMACION.....	23
CAPITULO 5: CONTROL.....	26
5.1.    PARETO: PRINCIPIO DEL 80/20.....	26
5.2.    CURVA "S".....	27
5.3.    VALOR GANADO.....	28
CAPITULO 6: PLANEAMIENTO, PROGRAMACION Y CONTROL DE LA OBRA.....	30
6.1.    PLANEAMIENTO.....	30
6.2.    PROGRAMACION.....	36
6.3.    PROPUESTA PARA EL CONTROL DE PROYECTO.....	40
CONCLUSIONES.....	41
RECOMENDACIONES.....	42
BIBLIOGRAFIA.....	43
ANEXOS.....	44
A.    CRONOGRAMA SEMANAL DE AVANCE VALORIZADO.....	44

## RESUMEN

---

El presente informe pretende abordar el tema del planeamiento, programación y control de proyecto, desde el punto de vista operacional, aplicado al proyecto inmobiliario de viviendas multifamiliares “Las Clivias de Surco”.

La metodología propuesta corresponde a la denominada “planificación por flujo de actividades y lotes de producción” desarrollada por COSAPI S.A. en el año 2003, con la cual se culminaron en tiempo record los trabajos correspondientes al Centro Comercial Primavera Park & Plaza – Sector Norte.

La mencionada metodología se fundamenta principalmente en la aplicación de los principios del Lean Construction y de la Teoría de Restricciones, con lo cual se logra obtener una reducción considerable en los plazos, una mejora en las eficiencias y en la calidad, un impacto positivo en los costos y la identificación oportuna de riesgos asociados.

En este documento se plantean una breve descripción teórica sobre las bases de la metodología, el desarrollo de ésta y su correspondiente aplicación en el proyecto inmobiliario de viviendas multifamiliares “Las Clivias de Surco”.

## INTRODUCCION

Hoy en día un gran número de proyectos de construcción fallan a un ritmo alarmante, sobrepasan el costo y el plazo en diversas ocasiones o simplemente no satisfacen los requerimientos inicialmente pactados.

Esta situación trae como consecuencia, una baja en la productividad, el deterioro de la competitividad y la extinción progresiva de las empresas.

Diversas técnicas, herramientas y filosofías de gestión han ido apareciendo desde principios del siglo pasado, tratando de conseguir una administración más eficiente y adecuada de las obras. Sin embargo, los innumerables fracasos de los proyectos que las aplican ponen en duda la eficacia y aplicabilidad de tales herramientas.

Por otro lado, pero en mucha menor proporción, existen proyectos exitosos cuyos procesos de planificación, programación y control se basan en las mismas premisas con las cuales fracasan otros.

Entonces, ¿Qué es lo que distingue a los proyectos exitosos de los que no lo son?

La ausencia de un planeamiento inicial o un planeamiento deficiente, un control escaso o ningún control, los cuales sumados principalmente a una mala gestión de la incertidumbre inherente, brinda como resultado proyectos ineficientes. Las técnicas y los softwares actuales ofrecen poderosas formas de gestionar proyectos, los cuales sin una adecuada administración disminuyen totalmente su potencialidad.

El *planeamiento* es tal vez el más importante actor dentro de la gestión de proyectos, puesto que es en esta etapa en donde se concibe y se define el enfrentamiento de la obra como un "todo", desde la definición del alcance, el plan general de trabajos, la determinación de tecnologías a emplear, entre otros puntos, que planteada convenientemente garantiza preliminarmente la realización eficiente del proyecto. La *programación* adecuada nos permite definir y administrar en forma eficaz las duraciones, secuencias constructivas, actividades y recursos, etc., derivados del planeamiento efectuado. Adicionalmente el *control* periódico y concienzudo de la obra permite identificar posibles problemas en el avance y en la productividad, así como realizar

proyecciones para la determinación de las fechas de término más probables y por tanto efectuar reprogramaciones asertivas minimizando los impactos que ocasionan.

La incertidumbre es una característica inherente a los proyectos de construcción. Esta incertidumbre produce una serie de estragos durante la ejecución del proyecto, lo que ocasiona excesos en los plazos, en los costos y deterioros en la calidad esperada.

La forma como gestionemos los proyectos con un adecuado proceso de planificación, programación y control, considerando y administrando adecuadamente la incertidumbre presente, determinará el éxito o el fracaso de los mismos. Por tanto, se hace crítica la necesidad de un conocimiento adecuado sobre las técnicas y aplicaciones del planeamiento, programación y control de proyectos, razón por la cual se deriva la realización del presente informe.

Se pretende abordar el tema de la “planificación por flujo de actividades y lotes de producción” desarrollado en el año 2003, el cual se basa en conceptos de Lean Construction que proviene de la teoría desarrollada por Taiichi Ohno en los años 50’s y por otro lado de la Teoría de Restricciones desarrollado por Eliyahu Goldratt a principios de los 80’s.

Por otro lado, se plantean algunas técnicas para efectuar el seguimiento y control del proyecto, a manera de propuesta, debido a que se trata de un proyecto aun no ejecutado.

Se desarrolla en breve los conceptos principales para luego aplicarlos en el proyecto inmobiliario de viviendas multifamiliares “Las Clivias de Surco”.

Espero encuentre esta lectura grata e informativa.

Randall Trinidad P.

## CAPITULO 1: DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

### 1.1. ALCANCE

El proyecto de viviendas multifamiliares “Las Clivias de Surco” se desarrolla en un área de 11,870 m<sup>2</sup> y comprende la construcción de 9 torres de 5 pisos cada una, totalizando 180 departamentos. El desarrollo del predio posee dos vías de acceso vehicular, amplios espacios para tránsito peatonal, el desarrollo de una zona de recreación, terrazas en el último nivel de los edificios y estacionamientos descubiertos para 186 vehículos.

### 1.2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

#### 1.2.1. UBICACION:

El terreno del proyecto se encuentra ubicado en la Mz. S-4 Lote N°1 Urb. Prolongación Benavides del distrito de Santiago de Surco y está limitado por la Avenida Andrés Tinoco, Calle Monte Caoba, Calle Loma de las Clivias y el Centro Educativo Inicial N° 551. Es una zona residencial y exclusiva del Distrito de Santiago de Surco, con cercanía a Centros Comerciales, Avenidas principales como Caminos del Inca y la Vía de Evitamiento, Centros de Estudio y excelente equipamiento urbano a los alrededores.

**Grafico 1.1:** Maqueta Virtual del Conjunto Habitacional



Fuente: Proyecto Inmobiliario “Las Clivias de Surco” (2008)  
Elaboración: Propia

### 1.2.2. TOPOGRAFIA:

El terreno actualmente se encuentra cercado por muros de albañilería, en su interior existen acumulaciones de desperdicios y árboles de aproximadamente 7m de altura. Los linderos del terreno son:

- Por el norte, con la Av. Andrés Tinoco, en una longitud de 79.95m.
- Por el sur, con la calle Loma de las Clivias, en una longitud de 78.05m.
- Por el este, con el centro educativo inicial N° 551, en una longitud de 150.25m.
- Por el oeste, con la calle Monte Caoba, en una longitud de 150.27m.

El terreno presenta una topografía relativamente plana, con una pendiente de 3% que va de norte a sur, desde la Av. Andrés Tinoco hasta la Calle Loma de las Clivias.

Los alrededores del terreno se encuentran completamente urbanizados, contando con redes de agua, desagüe, energía eléctrica y telecomunicaciones.

### 1.2.3. ESTUDIO DE SUELOS:

El Estudio de Mecánica de Suelos comprendió la excavación de 7 calicatas hasta la profundidad de 2.80m y la realización de los ensayos estándar (granulometría, contenido de humedad y clasificación SUCS), ensayos especiales (corte directo) y ensayos químicos (sales solubles totales, sulfatos y cloruros).

El perfil estratigráfico del terreno presenta una cobertura de 0.00 – 0.40m de profundidad en promedio, arena limosa con gravas (SM), color beige, seco, compacidad media, subyace de 0.40m a 2.80m de profundidad, grava mal gradada con arena (GP), color gris, seco, compacidad densa, gravas de forma sub redondeadas con cantos rodados T.M.=10” en 3%. Hasta la profundidad explorada de 2.80m no se encontró el nivel freático.

El suelo presenta un bajo riesgo por ataque químico, por lo que se usara cemento tipo I para la cimentación. La capacidad portante del suelo es de 2.00kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 1.00m. Se usara una cimentación del tipo platea o losa de cimentación.

**Grafico 1.2:** Calicata realizada para estudio de suelo



Fuente: Proyecto Inmobiliario "Las Clivias de Surco" (2008)  
Elaboración: Propia

#### **1.2.4. ARQUITECTURA:**

El ingreso a cada edificio cuenta con un eje de circulación demarcado. En el corazón del edificio, se encuentran las cajas de ascensores y escaleras. En cada una de las áreas sociales de los departamentos se ha aprovechado al máximo la iluminación con luz natural debido a la ubicación privilegiada del condominio. Cada departamento posee 01 dormitorio principal con baño privado y walking closet, 01 dormitorio adicional y un estudio privado. Se ha proyectado un ingreso independiente por el pasadizo principal a la zona de Servicio ingresando por la cocina, lavandería y dormitorio del personal de servicio con baño privado. Adicionalmente, los departamentos del primer piso cuentan con un patio y jardín contiguo a la lavandería.

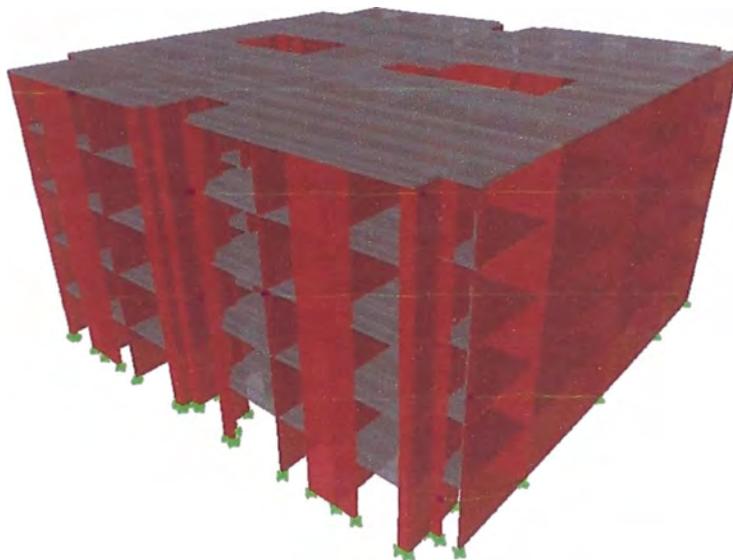
La variante se presenta en el quinto piso cuyos departamentos son dúplex. La azotea se comunica con el departamento a través de una escalera directa que nace en el pasadizo de tránsito de la zona social a la zona de descanso. La zona social en la azotea comprende una sala de juegos con bar y zona para barbicue; la zona de servicio comprende tendales, planchador y dormitorio de servicio con baño privado.

### 1.2.5. ESTRUCTURAS:

Los edificios estarán cimentados mediante plateas de cimentación a 1.0 m de profundidad, de acuerdo a lo recomendado por el estudio de suelos del proyecto, con una capacidad portante de 2.5 Kg/cm<sup>2</sup>. El sistema estructural es de Muros de Ductilidad limitada (EMDL), con muros de 10 cm. al 15 cm, posee una densidad de muros, propia del sistema estructural, que proporciona un adecuado comportamiento frente a sismos, restringiendo los desplazamientos laterales. En los entresijos se usarán losas macizas de concreto armado de 12cm, 15cm y 20cm.

Se plantea el uso de concreto de  $f_c = 175 \text{ Kg./cm}^2$  con fibra de polipropileno 600 gr/m<sup>3</sup> (slump 8" máx. y agregado grueso de huso 67) para los muros de ductilidad limitada y concreto  $f_c = 175 \text{ Kg./cm}^2$  con fibra de polipropileno 600 gr/m<sup>3</sup> (slump 4" máx. y agregado grueso de huso 57) para las losas de entresijos. El acero de refuerzo será acero corrugado de grado 60.

**Grafico 1.3:** Vista tridimensional del modelo estructural del edificio típico



Fuente: ETABS v.8.1. (Proyecto Inmobiliario "Las Clivias de Surco")  
Elaboración: Propia

### **1.2.6. INSTALACIONES SANITARIAS:**

Para el abastecimiento de agua fría se ha tomado como fuente la red pública mediante 2 conexiones domiciliarias con tubería de 3" de diámetro. Se cuenta con dos cisternas, la primera con 137 m<sup>3</sup> de capacidad que alimentará a los Bloques A, B, C, D y E, la segunda con 118 m<sup>3</sup> de capacidad que alimentará a los bloques F, G, H e I. En ambas cisternas se ha considerado la reserva para el agua contra incendios, que definen un sistema independiente encargado de dotar con agua a los edificios cuando requieran controlar amagos de incendio o cualquier emergencia.

Para la distribución del sistema de agua fría dentro de la propiedad, se ha considerado un sistema de abastecimiento con electrobombas de velocidad variable y presión constante, que distribuirá el agua a todos los puntos de los edificios de acuerdo a la demanda existente. Los edificios cuentan con la distribución de agua caliente, con termas de 50 litros cada uno. Las aguas servidas serán evacuadas de los edificios usando ramales horizontales y verticales para trasladarlas hacia cajas recolectoras que canalizarán los flujos hacia la red pública en dos salidas, de acuerdo al sistema convencional.

### **1.2.7. INSTALACIONES ELECTRICAS**

Para el abastecimiento de energía eléctrica, se captará desde la red secundaria a través de una subestación eléctrica, la cual alimentará al banco de medidores de cada edificio, el tablero para alumbrado público, bombas de agua para consumo doméstico y bomba de agua contra incendios.

Dentro de cada edificio, se tiene tableros de distribución para cada departamento, además se tiene un tablero de servicios generales y un tablero para el ascensor. Además se cuenta con servicios de telecomunicaciones, en cada edificio, tales como intercomunicadores, teléfonos externos y TV-cable. La seguridad no se ha descuidado, considerando lámparas a batería en las escaleras y corredores, en caso de una evacuación ante un siniestro, detectores de humo en las cocinas y sistemas de pulsadores para activar la alarma contra incendios.

## **CAPITULO 2: MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1. PLANEAMIENTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRAS: RESEÑA**

Con la aparición de la escritura y el establecimiento de los sistemas de numeración, se facilitó la elaboración de listados y determinación de horarios específicos para las tareas que se van a realizar.

A finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, en el periodo conocido como “primera revolución industrial” se empleaban listados de personal y materiales para el control de recursos.

A mediados del siglo XIX en los talleres industriales, fueron muy difundidos los listados de inicio de tiempo y terminación para el control de los tiempos.

Conforme las industrias y los procesos se hicieron más complejos, se acrecentaba la necesidad de contar con métodos más eficientes para planificar y programar procesos y proyectos.

En 1914, Henry Gantt ideó un sistema sencillo para el control de pertrechos de guerra. En forma vertical puso la relación de piezas de artillería requerida y en forma horizontal una escala de tiempo en días para cada elemento, de manera de reconocer mediante un solo gráfico las necesidades y oportunidades de abastecimiento.

En 1956, la complejidad del trabajo de la construcción de plantas químicas, obligó a Du-Pont de Nemours & Company a estudiar en detalle el problema. Se formó un equipo dirigido por Morgan Walter, De Du Pont y James Kelley Jr. de Remington Rand Corporation. Este equipo presentó su concepto de planificación de redes y estableció la teoría matemática inicial en que está basado el método de análisis de la ruta crítica o CPM: Critical Path Method.

Paralelamente, la marina de EE.UU. buscaba mejores técnicas para realizar sus proyectos de gran magnitud. A mediados de 1956 se estableció una rama de evaluación de programas de la Special Projects Office, Bureau of Naval Weapons. Este grupo lleva el control del programa de la Fleet Ballistic Missile, del cual deviene la creación del PERT: Program Evaluation Research Task. En julio de 1958 la Special

Projects Office público un informe de la fase I del Fleet Ballistic Missile y al procedimiento lo denomino PERT: Program Evaluation Review Technique, nombre con el cual se le conoce hasta hoy<sup>1</sup>.

A comienzos de los años 80, Eliyahu Goldratt desarrolla la Teoría de Restricciones, como solución al problema de optimización de la producción. Posteriormente, fue desarrollándose y extendiéndose en otros ámbitos como la distribución, el marketing, la gestión de proyectos, entre otros; siendo en este ultimo en donde, a finales de los 90's, nace la metodología denominada "cadena critica"<sup>2</sup> la cual viene siendo empleada en la actualidad con resultados muy favorables en cuanto a plazos y costos de ejecución de proyectos.

## **2.2. GESTION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION**

### **2.2.1. GESTION TRADICIONAL DE PROYECTOS**

Todo proyecto de construcción inicia con el desarrollo de un plan general de obra, la definición del alcance de los trabajos a ser ejecutados conforme a lo comprometido contractualmente, la descomposición de este alcance en paquetes de "entregables" y eventualmente la descomposición de éstos en actividades. Posteriormente, hacemos una estimación del tiempo y costo de cada actividad involucrada y desarrollamos un arreglo de las actividades en una secuencia lógica usando el método de la ruta crítica o CPM para determinar el tiempo total del proyecto. En este arreglo se especifican las fechas de inicio y fin de las actividades lo cual sirve como base para monitorear el desempeño de las mismas en términos de costo y plazo así como el de la ruta crítica del proyecto, con miras a determinar las acciones que permitan corregir las posibles desviaciones. Bajo este esquema, mejorar el sistema significa ejecutar más rápido las actividades, reducir su costo o cambiar la secuencia lógica de la red.

Lo descrito anteriormente resume el enfoque tradicional de gestión de proyectos empleado por muchos profesionales de la gestión de proyectos

---

<sup>1</sup> Rodríguez, Walter; Técnicas Modernas en el Planeamiento, Programación y Control de Obras, Capitulo 1, Pág. 5.

<sup>2</sup> Apaolaza, Unai; Oyarbide, Aitor; La Aportación de la "Cadena Crítica" Frente a la Gestión Clásica de Proyectos, Pág. 4.

inclusive en la actualidad, razón por lo cual hasta podría parecer muy familiar el procedimiento indicado; no obstante, el planteamiento anterior contiene errores de concepto, los cuales podrían acrecentar la probabilidad del fracaso de proyectos en términos de costo y tiempo. Sin embargo, existen otros enfoques que se adaptan de mejor manera a proyectos más complejos y que permiten un manejo más eficiente de los mismos.

La gestión tradicional de proyectos se enfoca a medir el desempeño de las actividades individualmente referenciándolas con el plan inicial, pero se omite el desempeño de las actividades en si mismas y las relaciones entre ellas. Dicho de otro modo, bajo este enfoque nos preocupamos en “el qué” y no en “el cómo” se gerencia el proyecto de construcción.

Se presiona para que cada responsable de actividad, grupo de actividades, paquete de entregables, cuide sus ratios de producción, costo y tiempo, sin tener en cuenta sobre cómo sus actividades afectan a las demás<sup>3</sup>

### 2.2.2. GESTION EFICIENTE DE PROYECTOS

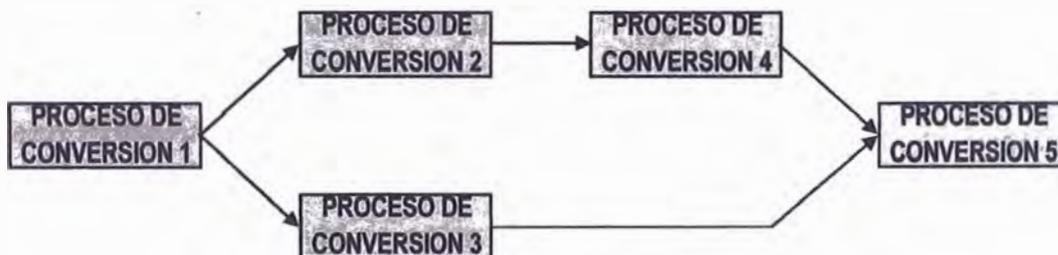
- **Modelos de Conversión de Procesos vs. Modelo de Flujo de Procesos.**

En el modelo de conversión, un proceso de producción es la “conversión” de una materia prima en un producto terminado. El modelo de conversión de procesos es la forma clásica en que se representan los trabajos individuales de construcción. Este es, además, el formato mental mediante el cual muchos representamos el trabajo. Así, este formato se usa para los conocidos CPM, WBS y otros formatos estándares de representación del trabajo. La función principal del modelo de conversión de procesos es generar una descomposición jerárquica del trabajo, de forma que estas actividades descompuestas puedan ser controladas y optimizadas.

<sup>3</sup> Valeriano, Luís; Castillo, Luís, Ruiz, Luís; Razuri, Carlos; Planificación por Flujo de Actividades y Lotes de Producción como Perspectiva para el Análisis de Riesgos en Proyectos de Construcción de Edificaciones, Pág. 6.

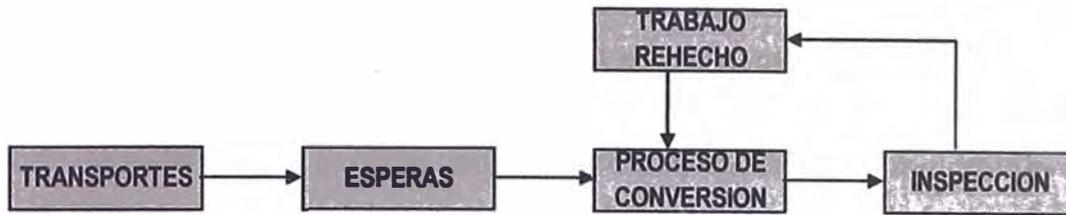
Sin embargo, este citado modelo esta fundamentalmente errado. Al enfocarse únicamente en conversiones, el modelo elimina el concepto de los flujos físicos que existen entre los procesos de conversión. Estos flujos consisten principalmente de movimientos, esperas e inspecciones. En cierta forma, el modelo de conversión es una idealización correcta. Al menos desde el punto de vista del cliente dichas actividades no son necesarias, ya que estas no le agregan valor al producto terminado. Sin embargo, en la practica, el modelo ha sido interpretado de tal forma que estas actividades (las que no agregan valor) pueden dejarse de lado y no ser consideradas, o puede pensarse que todas son actividades de conversión, y por tanto susceptibles de ser tratadas como actividades que añaden valor al producto (Koskela 1992).

**Grafico 2.1:** Modelo de conversión de procesos



Fuente: Ghio (2001)  
 Elaboración: Propia

Por otra parte, el modelo de flujo de procesos ve el trabajo como un flujo de información compuesto por conversiones, inspección, transporte y esperas, lo cual representa con mayor exactitud la realidad. Su principal objetivo se centra en la eliminación de perdidas y la reducción de tiempos de cada actividad, los cuales son controlados apretadamente para obtener una mínima variabilidad y mínimos tiempos; estos son mejorados continuamente con respecto a la reducción / eliminación de perdidas y generación de valor así como sometidos a perfeccionamientos periódicos de eficiencia mediante implementación de nuevas tecnologías.

**Grafico 2.2: Modelo de flujo de procesos**

Fuente: Ghio (2001)  
Elaboración: Propia

En el caso del modelo de conversión, solo se centra en la conversión propiamente dicha, obviándose el resto de trabajos componentes de la actividad total. La conversión en si, generalmente tiene algún nivel de pérdidas; sin embargo, la mayor concentración de estas está en el resto de trabajos incluidos principalmente en los flujos. El modelo de conversión, por lo tanto, se olvida de las pérdidas, lo cual dificulta encontrarlas y eliminarlas en la práctica.

- **Lean Production y Lean Construction**

Basado en la filosofía del Lean Production, desarrollado por Taiichi Ohno en los años 50's, el cual se enfoco en la eliminación de inventarios y otras perdidas a través de la producción de lotes pequeños. Esta filosofía plantea que la producción es un flujo de materiales y/o información desde la materia prima hasta el final del producto terminado. En este modelo de flujos el material es procesado, es inspeccionado, esta esperando o se esta moviendo, en contraposición al modelo de conversión que establece o se enfoca principalmente a la conversión de materiales.

Por tanto, la eficiencia de la producción es atribuible tanto a la eficiencia de los procesos de conversión como a la eficiencia del flujo de actividades, mediante las cuales los procesos de conversión son unidos. Mientras que todas las actividades tienen un costo y consumen tiempo, solo los procesos de conversión añaden valor al producto final. Por esto, el mejoramiento de la eficiencia debe centrarse en reducir o eliminar los flujos (que es donde se concentra el mayor nivel de pérdidas) y volver más eficientes los procesos de conversión. Nombre que se le atribuye "producción sin pérdidas"

Por otra parte, la teoría del Lean Construction se basa en la filosofía del Lean Production, es decir en el diseño de un sistema de producción que permita la entrega oportuna del producto en un esquema cliente-servidor manteniendo “cero” inventarios intermedios. Un adecuado enfoque a partir de esta teoría, permite reducir pérdidas mediante el mejoramiento de la confiabilidad de las asignaciones de trabajo a nivel de producción mediante el mejoramiento de la confiabilidad de las asignaciones de trabajo a nivel de la producción misma. Los sistemas de gestión tradicionales, al carecer de un sistema que permita predecir con cierta exactitud el flujo de trabajo, por lo general diseñan cuadrillas flexibles a fin de que puedan mantenerse ocupadas, generando pérdidas debido a la no especialización o incertidumbre en el trabajo de ciertas cuadrillas.

- **Teoría de Restricciones (TOC)**

Goldratt también pone en consideración la perspectiva dual de actividad y flujo de los procesos productivos. El concepto medular de su Teoría de las Restricciones es que la operación de cualquier sistema complejo consiste en una gran cadena de recursos interdependientes, pero solo unos pocos de ellos, los cuellos de botella (llamados restricciones), condicionan la salida de toda la producción.

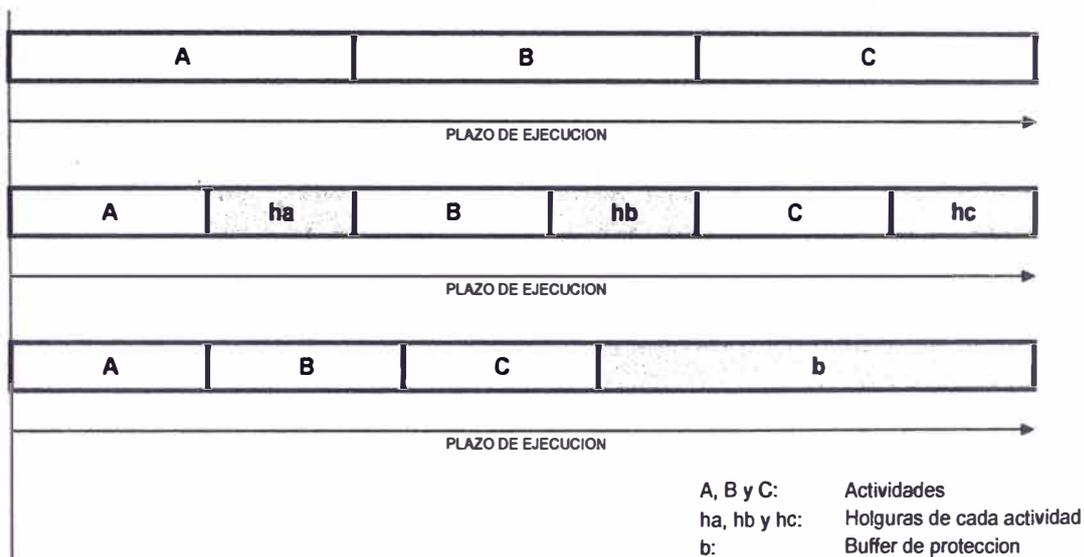
En el lenguaje del TOC, las restricciones que determinan la salida de la producción son llamados drums (tambores), ya que ellos determinan la capacidad de producción (como el ritmo de tambor en un desfile). De esta analogía proviene el método llamado Drum-Buffer-Rope, que es la forma de aplicación de TOC a las empresas industriales.

El drum se refiere a los cuellos de botella que son los recursos con capacidad restringida que marcan el paso de toda la operación. El Buffer es un amortiguador de impactos basados en el tiempo que protege el throughput (capacidad de procesamiento) de las interrupciones del día a día (incertidumbres) y asegura que el drum nunca se quede sin material. En lugar de situar buffers de inventario en cada operación, lo cual aumenta innecesariamente los tiempos de producción, TOC propone buffers de tiempo solo en ubicaciones estratégicas que se relacionan con restricciones específicas dentro del sistema.

El tiempo de preparación y ejecución necesario para todas las operaciones anteriores al drum, mas el tiempo del buffer, es llamado rope lenght o longitud de sogá. La liberación de materias primas a la planta, esta entonces atada a la programación del drum, lográndose un flujo de materiales rápido y uniforme a través de la red de procesos.

Para el caso de proyectos, Goldratt propone el uso de un buffer de tiempo al final del proyecto en lugar de las holguras tradicionales para cada actividad (Grafico 2.3), basado en lo siguiente:

**Grafico 2.3:** Propuesta de Goldratt para el uso de un Buffer al final del proyecto en lugar de holgura para cada actividad



Fuente: Cadena Critica (Eliyahu Goldratt)  
 Elaboración: Propia

*“1. Estamos acostumbrados a creer que el único modo de proteger el todo es protegiendo la fecha de terminación de cada paso.*

*2. Protegemos cada paso con gruesos colchones de tiempo.*

*Lo anterior, considerando la psicología humana y la naturaleza de la dependencia entre pasos nos conduce inevitablemente a*

*3. Padeecer de tres mecanismos (síndrome del estudiante, tareas múltiples y el hecho de que las demoras se acumulan y los adelantos no) que al combinarse hacen que la mayoría del tiempo de protección se desperdicie...” (Tomado de Cadena Critica de E. Goldratt)*

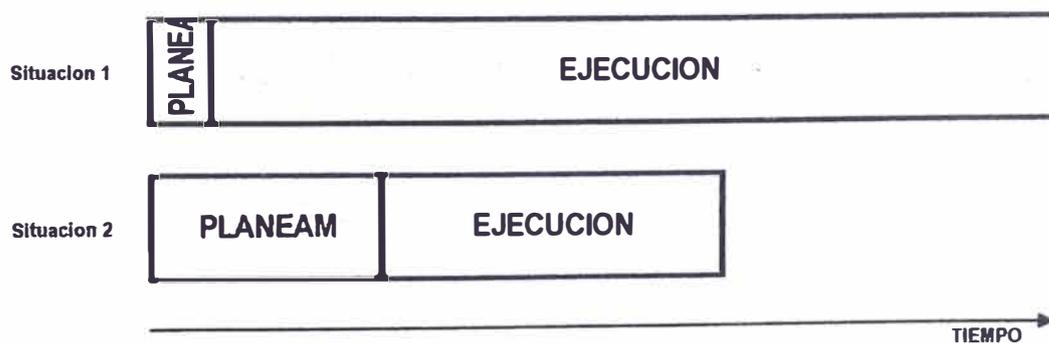
## CAPITULO 3: PLANEAMIENTO

### 3.1. IMPORTANCIA DEL PLANEAMIENTO

“El no planear es como planear el fracaso de un proyecto”. El planeamiento es la etapa más importante dentro del desarrollo de un proyecto. Es aquí en donde se define el alcance, se establece el procedimiento de trabajo, la secuencia de actividades más adecuada, los riesgos asociados, los recursos a emplearse, y las duraciones y costos correspondientes. Sin embargo, una vez establecido, ¿se puede seguir fielmente un plan trazado?. Las estadísticas son categóricas: “no hay plan que resista el primer envite del enemigo”. A lo largo del tiempo, son muchos los ejemplos de proyectos que, luego de concienzudos procesos de planeamiento, fallan en los plazos y en los costos previstos, ocasionando un deterioro en la confiabilidad de las herramientas empleadas y a veces incluso restando valor a la principal etapa de la ejecución del proyecto.

Entonces, ¿cual es la importancia del planeamiento?. La conclusión sobre esto se puede resumir en el siguiente grafico:

**Grafico 3.1:** Impacto del proceso de planeamiento en el plazo de proyecto.



Fuente: Navarro (2006)  
Elaboración: Propia

Si bien el grafico solo muestra el impacto de un adecuado proceso del planeamiento en el plazo, son similares los resultados producidos en el alcance como en el costo.

La experiencia indica que si bien el hecho de establecer límites frente al alcance, plazo y costo asociados a un proyecto (planear) no garantiza la realización de éste dentro de los límites establecidos, resulta necesario indicar que aun superando dichos límites, el proyecto se realiza con menor costo, plazo y dentro de un alcance más razonable que si no se hubiese realizado plan alguno.

Por tanto, la importancia del planeamiento radica fundamentalmente en el establecimiento del mismo, pese a que probablemente el plan no se cumpla.

### 3.2. WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS)

El WBS es definido en el PMBOK-2004 como *“la descomposición jerárquica, orientada al producto entregable, del trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del proyecto y crear los productos entregables requeridos”*<sup>4</sup>

Bajo el enfoque tradicional, esquemas como este demandan la determinación de una lista ordenada de los “entregables” del proyecto, para posteriormente organizarlos bajo alguna secuencia lógica de ejecución valiéndose de relaciones entre elementos bastante simples.

Sin embargo, muchos programas de obra ni siquiera “subdividen” en actividades los elementos y presentan al entregable de menor jerarquía como nivel mínimo de planeamiento. Es aquí a donde se establecen los controles necesarios para que estas actividades o entregables no sobrepasen los plazos programados y costos presupuestados.

Pero, no se toma en cuenta que al considerar este tipo de programación existe una gran incertidumbre y por tanto cada línea del programa debe contar con un “colchón” de protección en caso que “algo falle”

El esquema que se propone no parte del WBS, como convencionalmente se hace. Lo que se propone es hacer un trade off entre el WBS y el flujo de actividades necesarias para completar el entregable determinado a partir de la modulación del mismo en lotes de producción. Aquí introducimos el concepto de lote de que nos permite migrar desde el entendimiento de la construcción como un conjunto de

<sup>4</sup> PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE; Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, Capítulo 5, Pág. 112

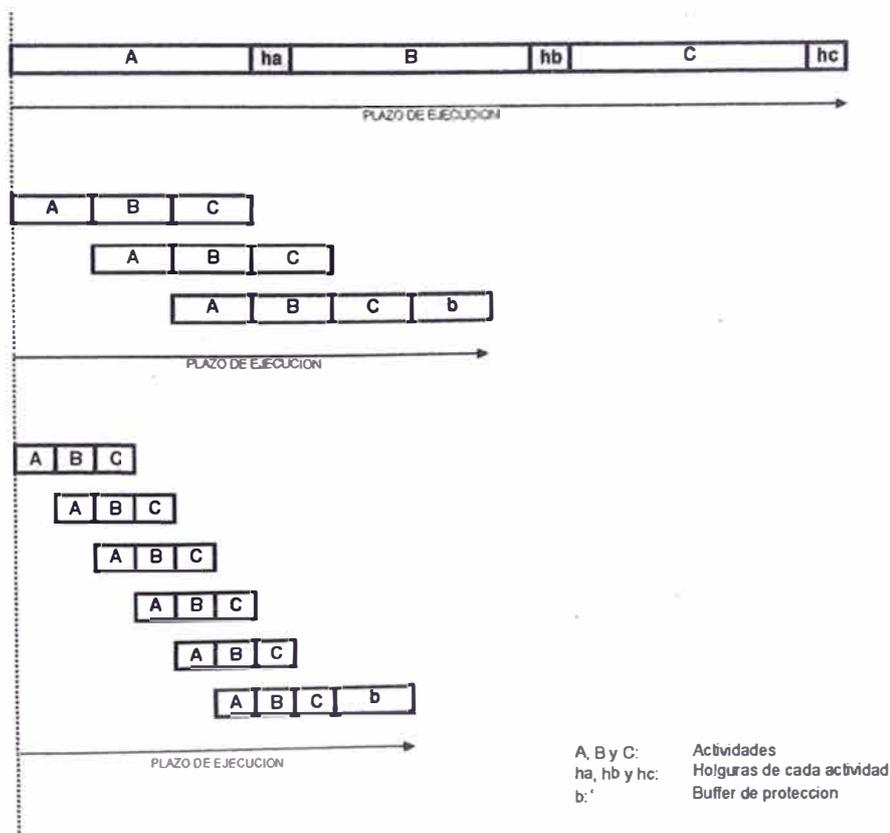
flujos intermitentes (tipo talleres de trabajo) hacia su concepción como un conjunto de flujos lineales en el que existen tareas que se acoplan íntimamente y deben balancearse para que ninguna tarea retrase a la siguiente, logrando así una producción continua.

### 3.3. PLANEAMIENTO DE OBRAS DE CONSTRUCCION

#### 3.3.1. FLUJO DE ACTIVIDADES Y LOTES DE PRODUCCION

El modelo de “planificación por flujo de actividades y lotes de producción” combina el concepto de pequeños lotes propuesto por Ohno y el de Buffer de protección al final de proyecto propuesto por Goldratt, que nos permite obtener grandes reducciones en los plazos con relación a la visión tradicional del planeamiento (Grafico 3.2).

**Grafico 3.2:** Comparativo de la visión tradicional del planeamiento versus el planeamiento por lotes de producción y flujo de actividades.



Fuente: Valeriano, Castillo y Otros (2003)  
Elaboración: Propia

A continuación se presentan los pasos recomendables a seguir para el planeamiento del proyecto mediante flujo de actividades y lotes de producción:

- **Secuencia de Actividades:**

La secuencia de actividades es el orden lógico para la ejecución de un lote de producción. Esta secuencia esta regulada por la interrelación de cada actividad con su predecesor y su sucesor, por el tiempo de ejecución de cada actividad considerando los recursos necesarios y las esperas técnicas que definen la secuencia de ejecución por actividades del lote.

Se define la secuencia de actividades por día en la cual se visualiza la ejecución del lote a detalle, descomponiendo los procesos en las diferentes actividades que lo componen y balanceando las capacidades de las cuadrillas asignadas, de forma tal que sus capacidades sean compatibles entre si, eliminando tiempos de espera y tiempos muertos.

Sin embargo, en este tipo de programación no hay holguras y un atraso en una actividad genera un retraso en el resto de actividades y por consiguiente un atraso en toda la obra. Este es el camino para obtener mayores eficiencias y productividad con riesgos calculados. Este hecho, pone en evidencia que la forma de hacer que el proyecto termine a tiempo es asegurando la continuidad del flujo en conjunto, dejando la óptica de “medición por actividades”.

Si asignamos a cada actividad los recursos necesarios para la ejecución de la misma en una jornada o turno de trabajo, estaremos creando una cuadrilla especializada para cada actividad la cual efectuara el mismo trabajo todos los días en diferentes lotes. Con esto logramos mantener personal específico para cada tarea que se desarrolle y volúmenes constantes de trabajo diario, evitando esperas y tiempos muertos así como contribuyendo al mantenimiento de una visión integrada del proceso constructivo.

- **Cuantificación del Tamaño Optimo del Lote:**

El establecimiento del tamaño optimo del lote esta en función de los requerimientos técnicos del proyecto, de la capacidad de control de

personal y de la duración de la jornada de trabajo de las diferentes actividades que involucran la producción de lote.

Un criterio adecuado es que toda actividad o tarea debe durar máximo una jornada diaria de trabajo. Esto nos permite un adecuado control del trabajo que cada cuadrilla debe completar diariamente. Además, permite un *feedback* oportuno, establecer medidas correctivas efectivas y finalmente permite disponer de un mecanismo repetitivo, lo cual es fundamental para el control de riesgos de la construcción. Finalmente es la clave para implementar esquemas de mejoramiento continuo de la mano con un control estadístico adecuado.

- **Cuantificación de la Producción Diaria:**

Es un proceso iterativo en el cual interviene el plazo de ejecución, el tamaño de la obra y el tamaño del lote.

- **Zonificación del Proyecto:**

Se efectúa considerando la producción diaria y el tamaño del lote. Cada una de estas zonas es independiente en su ejecución, a las cuales se les asigna sus propios recursos (equipo, materiales y mano de obra). Los sectores representan el lote de avance diario para cada actividad, al cual se asignan las cuadrillas, equipos y materiales correspondientes de manera constante a cada zona.

Bajo este enfoque, la WBS del proyecto resultante, provienen de tomar en cuenta criterios de flujo de actividades y lotes de producción, así como evidentemente, el alcance comprometido conforme a los documentos contractuales. El WBS es la resultante del planeamiento y no al contrario.

## **CAPITULO 4: PROGRAMACION**

### **4.1. PROGRAMACION DE OBRAS**

#### **4.1.1. PROGRAMACION LINEAL: FORMACION DE TRENES DE TRABAJO**

La programación lineal, a diferencia de otras técnicas de programación de obras como el CPM, esta basada en lograr volúmenes de producción similares para cada día, en cada cuadrilla. En este sentido, se logra eliminar las holguras que, por definición, son una perdida. La programación lineal esta basada en partir los volúmenes de trabajo en porciones pequeñas, más manejables. La programación de cada actividad se logra mediante el balance de la capacidad de las cuadrillas asignadas a cada actividad, de forma tal que las cantidades de una porción de la obra sean compatibles con otras, eliminando así tiempos de espera y tiempos muertos. Cabe mencionar que existe el peligro que, al no contar con holguras, cada atraso de una actividad genere atraso al resto de actividades. Sin embargo, en el camino para obtener mayores eficiencias y productividad, tenemos que asumir mayores riesgos calculados.

Sin embargo, el CPM se basa en tener una ruta critica y muchas rutas que no son criticas y por ende presentan algún nivel de holgura, las cuales en general implican alguna perdida. Por tanto, el CPM es un método en el que voluntariamente se introducen perdidas perjudiciales para los proyectos de construcción. Es decir, el CPM presenta errores conceptuales que lo invalidan como herramienta aplicable a los nuevos conceptos de gestión de operaciones.<sup>5</sup>

Como se puede apreciar en el grafico 6.4, cada tarea se divide en porciones pequeñas o sectores que pueden ser construidas en un día de trabajo. La cantidad de trabajo debe ser equivalente entre si en cada sector. Es decir, todas las cuadrillas deben estar balanceadas para avanzar diariamente el mismo metrado (un sector por día) por cada actividad, sin holguras o pérdidas.

<sup>5</sup> GHIO, Virgilio; Productividad en Obras de construcción, Capitulo 4, Pág. 115

Los trenes muestran cuadrillas específicas que realizan una sola actividad y se retiran. Nótese también que dichas cuadrillas realizan la misma cantidad de trabajo todos los días. A esto es lo que nosotros llamamos convertir una obra no repetitiva en repetitiva o reemplazar una planificación por la ruta crítica en una planificación en donde todas las actividades son críticas dentro de su tren (ACP o all critical path method).

## **4.2. METODOS DE PROGRAMACION**

### **4.1.2. PROGRAMACION POR FLUJO DE ACTIVIDADES Y LOTES DE PRODUCCION**

En base a los lineamientos establecidos en la etapa de planificación, se procede a desarrollar los siguientes puntos con miras a obtener una programación adecuada y detallada.

- **Cronograma General de Obra:**  
De la secuencia de actividades y la determinación de los lotes de producción por día para cada zona, se desarrolla el cronograma general de obra.
- **Asignación de Recursos al Lote (Cuadrillas):**  
Una vez zonificadas y sectorizadas las plantas, se procede al metrado por sectores y por actividades para asignar las cuadrillas de trabajo para cada actividad, se tiene que tener además en consideración el tiempo necesario para ejecutar dicho lote (1 jornada) y el rendimiento del personal según la metodología de trabajo establecidas. Se utilizara cada una de estas cuadrillas en cada zona de trabajo.
- **Programación Semanal:**  
Basada en la planificación general de obra, se genera una planificación detallada de las actividades que se realizaran durante la siguiente semana. Esta planificación debe generarse el sábado de la semana precedente, tomando en consideración el avance real de la obra. La planificación semanal, además, sirve como marco de referencia para la

generación de planificaciones diarias horarias, como se describe mas adelante. Al final de cada semana, se evalúa el porcentaje de cumplimiento de las actividades planificadas (cociente entre el número de actividades planificadas cumplidas al 100% entre el número de actividades planificadas totales). Además, se genera un listado de las razones por las cuales no han sido cumplidas ciertas actividades planificadas, para poder atacar las causas del problema y eliminarlas de raíz.

Una práctica frecuente de la empresa de nuestra propiedad es planificar el trabajo de la semana de lunes a sábado. De esta forma se pueden recuperar algunas partidas específicas el domingo, dando flexibilidad y confiabilidad a la planificación semanal. Así, no es raro obtener porcentajes de cumplimiento del orden del 100% sin mayor dificultad.

- **Programación Diaria Horaria:**

El sistema propuesto incluye la utilización de planificaciones diarias, las cuales están diseñadas para balancear la capacidad de producción real de las cuadrillas existentes respecto de la cantidad de trabajo que se les asigna.

Sobre la base de la capacidad de producción de cada cuadrilla se procede a asignar los volúmenes de trabajo que completen dicha capacidad de producción. Esta asignación permite reducir/eliminar perdidas relacionadas directamente con la producción diaria de cada cuadrilla.

La planificación diaria debe incluir:

- Todas las actividades que se realizaran durante el día, con el responsable de cada cuadrilla.
- El numero de obreros de cada cuadrilla básica así como el número de cuadrillas básicas.
- El metrado de cada actividad que se realizara
- La velocidad de producción de cada cuadrilla
- A partir de los valores anteriores, se calcula el rendimiento para cada actividad.

El cuadro de planificación diaria también incluye una columna para incorporar el porcentaje de cumplimiento de cada actividad en el día.

Adicionalmente, en la parte baja del cuadro se incluye otro donde se resumen los metrados y los rendimientos para cada actividad mayor, tanto lo planificado como lo realmente ejecutado. Se incluye también aquí el porcentaje de cumplimiento y los comentarios con las razones por las cuales no se alcanzaron o se sobrepasaron los volúmenes planificados.

## CAPITULO 5: CONTROL

### 5.1. PARETO: PRINCIPIO DEL 80/20

El principio de Pareto sostiene que una cantidad relativamente pequeña de causas provoca generalmente la mayor parte de los resultados. Esto comúnmente se denomina principio 80/20, donde el 80% de los problemas se debe al 20% de causas.

En general en proyectos de cualquier tipo, este principio permite establecer un orden de prioridades, ya sea para problemas de calidad, de eficiencia o de cualquier proceso en particular, sobre las cuales debemos enfocarnos a fin de obtener mayores impactos atacando el mínimo de los problemas.

Una herramienta aplicada al mismo principio es el diagrama de Pareto, mediante el cual se efectúan los análisis respectivos organizando los “pocos vitales” a la izquierda y los “muchos triviales” a la derecha. Consiste en una organización en forma descendente

Un diagrama de Pareto es un tipo específico de histograma, ordenado por frecuencia de ocurrencia, que muestra cuántos defectos se han generado por tipo o categoría de causa identificada (Figura 8-9). La técnica de Pareto se usa principalmente para identificar y evaluar incumplimientos.

En los diagramas de Pareto, el ordenamiento por categoría se usa para guiar la acción correctiva. El equipo del proyecto debería llevar a cabo acciones para solucionar primero los problemas que están causando la mayor cantidad de defectos. Los diagramas de Pareto están relacionados conceptualmente con la ley de Pareto, que sostiene que una cantidad relativamente pequeña de causas provoca generalmente la mayor parte de los problemas o defectos. Esto comúnmente se denomina principio 80/20, donde el 80 por ciento de los problemas se debe al 20 por ciento de las causas. Los diagramas de Pareto también se pueden usar para resumir todos los tipos de datos para los análisis 80/20.

## 5.2. CURVA “S”

Las curvas S consisten en la representación gráfica de valores acumulados de costos, horas hombre, horas maquina, u otras cantidades, graficadas contra el tiempo. El nombre deriva de la forma de S de la curva (llana al comienzo, empinada al centro y nuevamente llana al final), lo cual responde a la distribución “común” de recursos en un proyecto, la cual consiste en emplear pocos recursos al principio, acelerar con éstos y luego decaer al final.

Estos diagramas son usualmente establecidos como métodos gráficos de control debido a su simplicidad para mostrar variaciones en las cantidades previstas y las proyecciones a futuro.

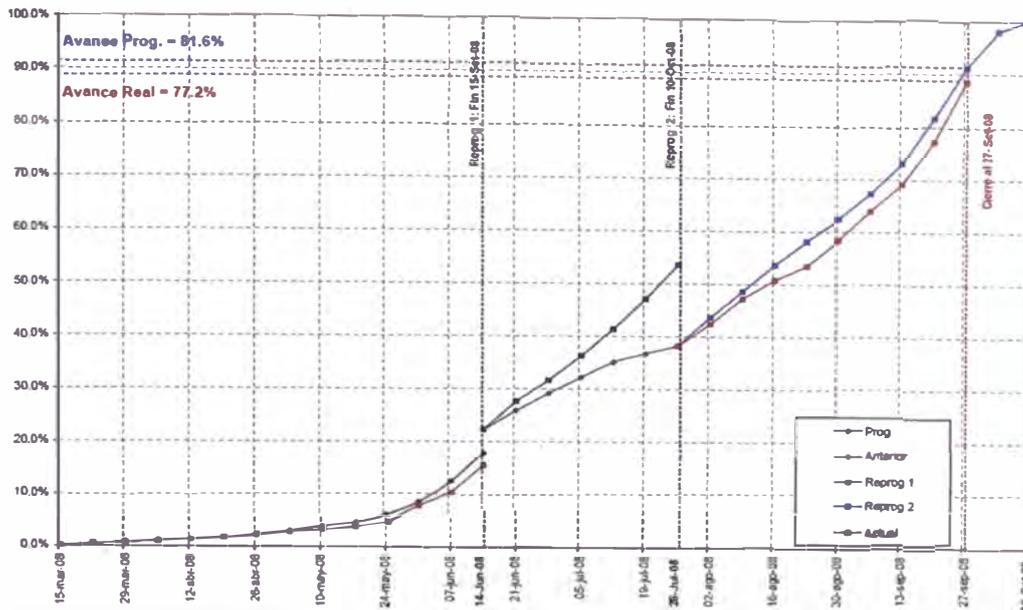
Una vez definido el planeamiento de la obra y el programa de utilización de recursos, se establece la “línea base” sobre la cual se partirá para efectuar las comparaciones y la contabilización de las variaciones.

Algunas de las características principales de las curvas S:

- Se emplean para controlar recursos diversos durante la ejecución del proyecto.
- Se basan en información obtenida del cronograma de obra y se define una vez optimizada la asignación de recursos.
- Se pueden graficar por especialidad, fase y proyecto.
- En el eje de abscisas se expresan la unidad de tiempo y en el de ordenadas doble escala, una porcentual y otra en cantidades acumuladas de recursos.

En general, en los proyectos pueden establecerse infinidad de curvas S para efectuar análisis comparativos, sin embargo, su potencialidad puede ser aplicada al análisis del valor ganado, el cual se comenta a continuación.

**Grafico 5.1:** Ejemplo de Curva S de avance de proyecto



Fuente: Propia  
 Elaboración: Propia

### 5.3. VALOR GANADO

El método del Valor Ganado es una poderosa herramienta que brinda soporte a la gestión del alcance, costo y tiempo. Permite el cálculo del costo, variaciones de programación, índices de performance y línea base en costo y avance completado. Provee indicadores tempranos sobre resultados esperados del proyecto basados en la performance y luces sobre la posible acción correctiva requerida.

El valor ganado permite comparar mediante relaciones sencillas los costos reales del proyecto vs. los costos planeados y los costos del trabajo terminado.

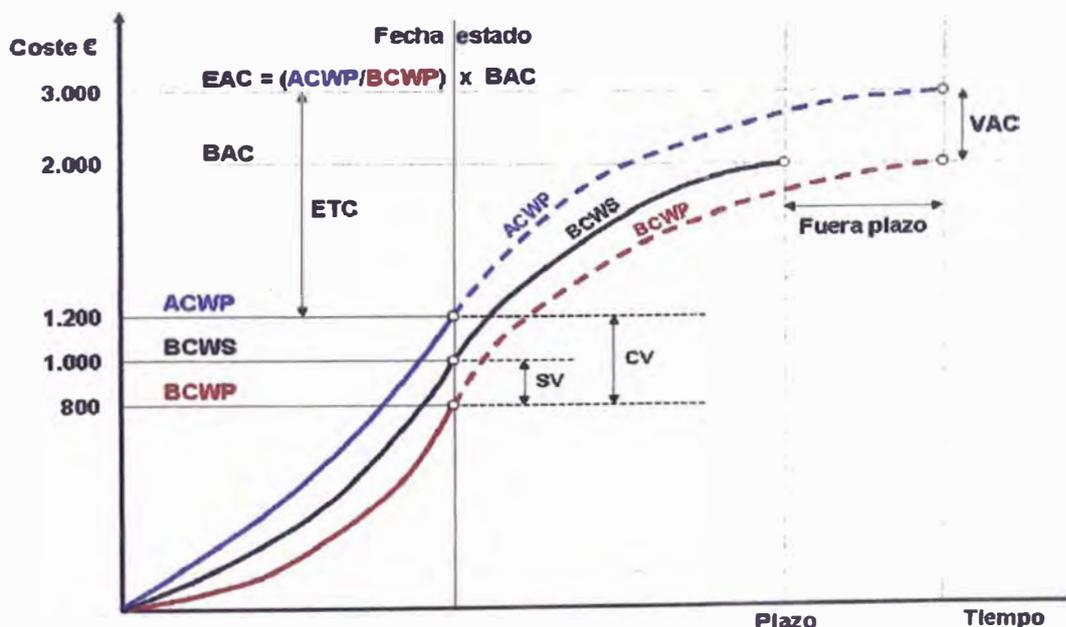
El termino "Valor Ganado" es empleado considerando la idea de que cada entregable del proyecto tiene un "valor", el cual se "gana" cuando el entregable es terminado.

El Análisis de Valor Ganado permite analizar la productividad, desempeño y eficiencia del proyecto mediante índices de performance: CPI y SPI que representan el estatus del proyecto en cuanto a costo y tiempo.

Para un mejor entendimiento de la metodología, a continuación resumiremos la principal terminología empleada y la explicación grafica correspondiente en cuanto a su aplicabilidad:

- **BCWS:** Budgeted Cost of Work Scheduled (Costo presupuestado del trabajo programado)
- **BCWP:** Budgeted Cost of Work Performed (Costo presupuestado del trabajo realizado)
- **ACWP:** Actual Cost of Work Performed (Costo real del trabajo realizado)
- **SV:** Schedule Variance (Desviación en programación)
- **CV:** Cost Variance (Desviación en costo)
- **SPI:** Schedule Performance Index (Índice de eficiencia en programación)
- **CPI:** Cost Performance Index (Índice de eficiencia en costo)
- **EAC:** Estimated At Completion (Presupuesto remanente hasta la finalización)
- **AT:** Actual Time (Tiempo real o fecha de estado)
- **ES:** Earned Schedule (Programación ganada)

**Grafico 5.2:** Explicación grafica de aplicabilidad de terminología empleada en el Análisis de Valor Ganado.



Fuente: Navarro (2006)  
Elaboración: Navarro (2006)

## CAPITULO 6: PLANEAMIENTO, PROGRAMACION Y CONTROL DE LA OBRA

### 6.1. PLANEAMIENTO

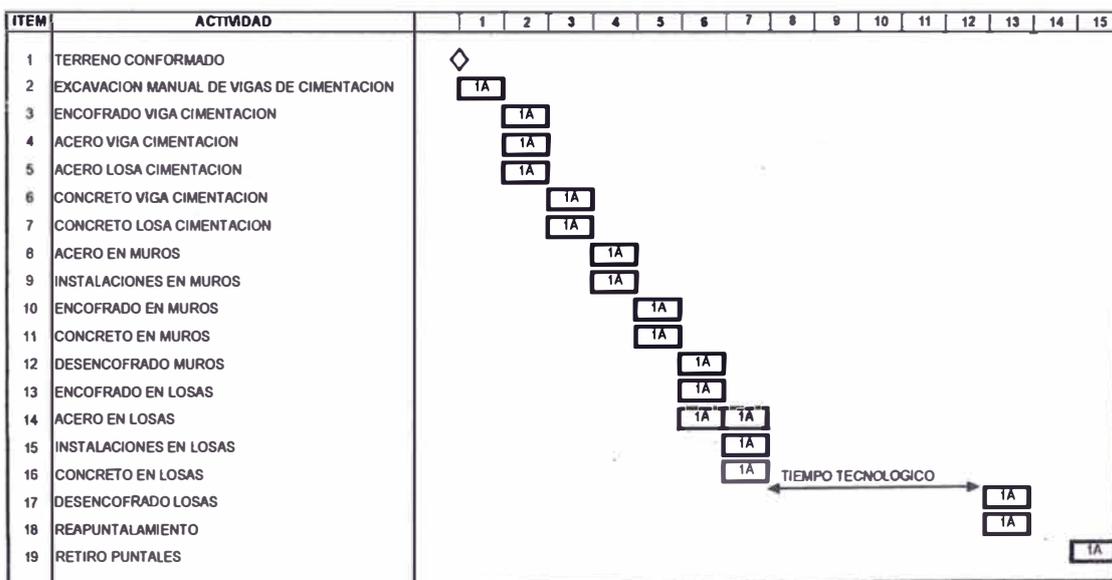
Siguiendo el procedimiento anteriormente establecido, a continuación se desarrollara el planeamiento de la construcción del proyecto de viviendas multifamiliares “Las Clivias de Surco”

- **Secuencia de Actividades:**

Considerando el proceso constructivo seleccionado para el proyecto, y los alcances, planos y especificaciones correspondientes, establecemos la secuencia de actividades más adecuada para lograr la ejecución de los entregables del proyecto orientados a los lotes de producción seleccionados, en nuestro caso los departamentos.

Para el proyecto en referencia, la secuencia de actividades más adecuada se muestra a continuación (Cuadro 5.1):

**Cuadro 6.1:** Secuencia de ejecución para la construcción de edificios en el proyecto “Las Clivias de Surco”



Fuente: Proyecto Inmobiliario “Las Clivias de Surco” (2008)  
Elaboración: Propia

- **Cuantificación del Tamaño Optimo del Lote:**

En nuestro caso, el lote de producción establecido será por unidad de departamento, por las siguientes razones:

**Requerimientos Técnicos.-** Considerando la distribución en planta de los edificios (4 departamentos por piso), a fin de conseguir periodos de tiempo adecuados entre el vaciado de losa y la aplicación de carga en determinado sector, se selecciona el vaciado por departamento. De esta manera se obtiene periodos de 4 días entre vaciados de departamentos y su correspondiente superior, lo cual si bien aun no garantiza la obtención de resistencia adecuada, si garantiza la fragua del concreto y el ingreso a dicho sector para la continuación de los trabajos del tren de ejecución.

**Procedimiento Constructivo.-** Según el procedimiento constructivo establecido para el presente proyecto, se pretende vaciar losas y muros en etapas distintas de manera de minimizar (no evitar) la contracción por fragua. La utilización de lotes de mayor dimensión originarían mayores periodos para la rotación de encofrados y mayores cantidades de los mismos. Así también el vaciado de mayores metrados demandarían el empleo de más bombas para poder completar el vaciado antes de terminar el día, originando mayores costos de vaciado.

**Control de Costos.-** La venta del proyecto, como comúnmente se realiza, esta efectuado por departamento. Por tanto, el análisis de costos asociado con la venta del proyecto, nos permitirá un control adecuado de rentabilidad por entregable.

- **Cuantificación de la Producción Diaria:**

En base a los metrados obtenidos y definido el tamaño del lote de producción se procede a calcular las cantidades requeridas a ejecutar para la construcción de cada lote de producción.

En nuestro caso dichas cantidades se muestran a continuación:

**Cuadro 6.2:** Cantidades por lote de producción obtenidos en el proyecto.

ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD X BLOQUE	CANTIDAD X PISO	CANTIDAD X LOTE
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
EXCAVACION MASIVA	M3	8,088	899	163	41
EXCAVACION MANUAL	M3	471	52	10	2
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	7,296	811	147	37
<b>VIGA CIMENTACION</b>					
ACERO VIGA CIMENTACION	KG	11,910	1,323	241	60
ENCOFRADO VIGA CIMENTACION	M2	248	28	5	1
CONCRETO VIGA CIMENTACION	M3	206	23	4	1
<b>LOSA CIMENTACION</b>					
ACERO LOSA CIMENTACION	KG	70,035	7,782	1,415	354
CONCRETO LOSA CIMENTACION	M3	1,167	130	24	6
<b>MUROS</b>					
ACERO EN MUROS	KG	184,095	20,455	3,719	930
ENCOFRADO EN MUROS	M2	63,036	7,004	1,273	318
CONCRETO EN MUROS	M3	3,673	408	74	19
DESENCOFRADO EN MUROS	M2	63,036	7,004	1,273	318
<b>LOSAS MACIZA</b>					
ENCOFRADO EN LOSAS	M2	25,406	2,823	513	128
ACERO EN LOSAS	KG	201,766	22,418	4,076	1,019
CONCRETO EN LOSAS	M3	3,668	408	74	19
DESENCOFRADO Y REAPUNTALAMIENTO	M2	25,406	2,823	513	128
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					
INSTALACIONES MUROS	GLB	180	20	4	1
INSTALACIONES LOSAS	GLB	180	20	4	1
<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>					
INSTALACIONES MUROS	GLB	180	20	4	1
INSTALACIONES LOSAS	GLB	180	20	4	1
<b>TABIQUES Y CUBIERTA</b>					
TABIQUES	M2	5,450	606	110	28
CUBIERTA LADRILLO PASTELERO	M2	1,860	207	38	9
<b>PISOS</b>					
PISO CEMENTO	M2	4,050	450	82	20
PISO CERAMICO	M2	11,200	1,244	226	57
PISO MADERA	M2	8,340	927	168	42
<b>ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS</b>					
CONTRAZOCALO CEMENTO	M	470	52	9	2
ZOCALO CERAMICO	M2	17,400	1,933	352	88
CONTRAZOCALO MADERA	M	8,830	981	178	45
<b>PINTURA GENERAL</b>					
PINTURA MUROS	M2	107,600	11,956	2,174	543
PINTURA CIELO RASO	M2	18,800	2,089	380	95
<b>CARPINTERIA METALICA, DE MADERA, VIDRIO Y ALUMINIO</b>					
CARPINTERIA METALICA	GLB	180	20	4	1
CARPINTERIA MADERA	GLB	180	20	4	1
CARPINTERIA VIDRIO Y ALUMINIO	GLB	180	20	4	1
<b>CERRAJERIA Y GRIFERIA</b>					
CERRAJERIA	GLB	180	20	4	1
GRIFERIA	GLB	180	20	4	1
<b>LUMINARIAS Y ACCESORIOS</b>					
LUMINARIAS Y ACCESORIOS	GLB	180	20	4	1

Fuente: Proyecto Inmobiliario "Las Clivias de Surco" (2008)

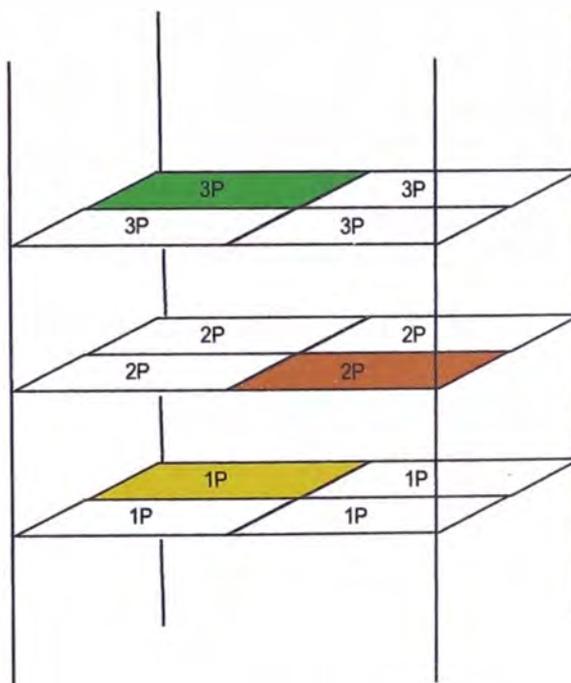
Elaboración: Propia

- **Zonificación del Proyecto:**

Procedemos a zonificar el proyecto, de manera de poder reconocer el lote y su ubicación en el espacio, para el control de cuadrillas, equipos y materiales respectivos.

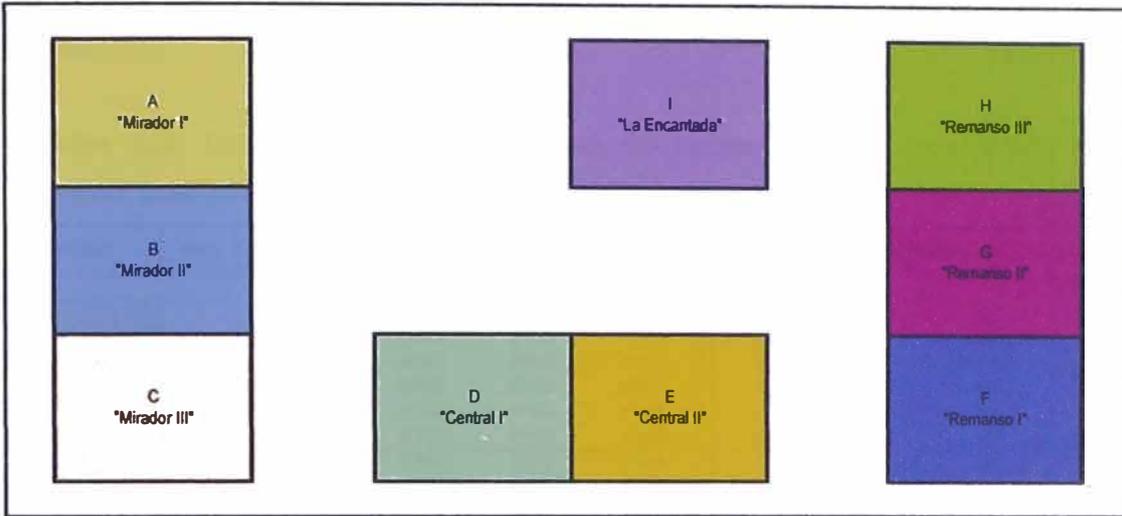
La nomenclatura utilizada para definir los sectores se divide en 3 partes. La primera parte conformada por las 2 primeras letras indican la ubicación vertical del sector, por ejemplo 1P indica primer piso (Ver Grafico 6.1); la segunda parte la conforma la ubicación espacial global e indica la zona en la que se encuentra el sector, la cual puede ser A, B, C, D, E, F, G, H o I (correspondientes al bloque o edificio de nuestro proyecto) Ver Grafico 6.2; y la tercera parte la conforma la ubicación específica, la cual puede ser 01, 02, 03 o 04 (debido a que existen 4 departamentos por piso en cada edificio). Ver Grafico 6.3.

**Gráfico 6.1:** Ubicación vertical



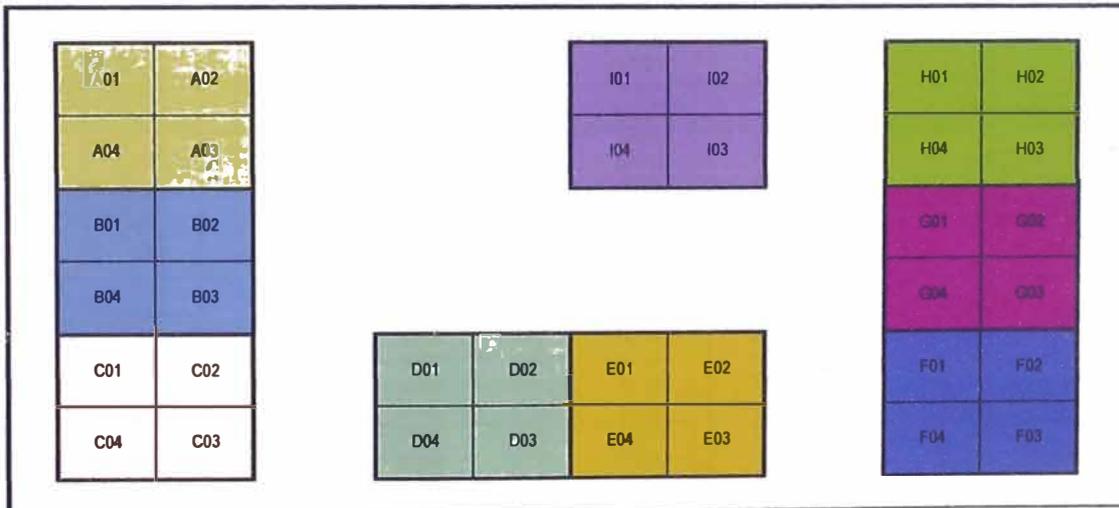
Fuente: Propia  
Elaboración: Propia

**Gráfico 6.2: Ubicación espacial global**



Fuente: Proyecto Inmobiliario "Las Clivias de Surco" (2008)  
 Elaboración: Propia

**Gráfico 6.3: Ubicación específica**



Fuente: Proyecto Inmobiliario "Las Clivias de Surco" (2008)  
 Elaboración: Propia

Considerando lo indicado, a continuación se resume la codificación empleada para el proyecto de vivienda multifamiliar “Las Clivias de Surco”.

**Cuadro 6.3:** Codificación empleada para sectorizar lotes de producción en proyecto “Las Clivias de Surco”

Edificio	Piso	Numeración Programación				Departamentos N°				
		01	02	03	04					
A	Mirador I	1	1PA01	1PA02	1PA03	1PA04	101	102	103	104
		2	2PA01	2PA02	2PA03	2PA04	201	202	203	204
		3	3PA01	3PA02	3PA03	3PA04	301	302	303	304
		4	4PA01	4PA02	4PA03	4PA04	401	402	403	404
		5	5PA01	5PA02	5PA03	5PA04	501	502	503	504
		6	6PA01	6PA02	6PA03	6PA04	501	502	503	504
B	Mirador II	1	1PB01	1PB02	1PB03	1PB04	101	102	103	104
		2	2PB01	2PB02	2PB03	2PB04	201	202	203	204
		3	3PB01	3PB02	3PB03	3PB04	301	302	303	304
		4	4PB01	4PB02	4PB03	4PB04	401	402	403	404
		5	5PB01	5PB02	5PB03	5PB04	501	502	503	504
		6	6PB01	6PB02	6PB03	6PB04	501	502	503	504
C	Mirador III	1	1PC01	1PC02	1PC03	1PC04	101	102	103	104
		2	2PC01	2PC02	2PC03	2PC04	201	202	203	204
		3	3PC01	3PC02	3PC03	3PC04	301	302	303	304
		4	4PC01	4PC02	4PC03	4PC04	401	402	403	404
		5	5PC01	5PC02	5PC03	5PC04	501	502	503	504
		6	6PC01	6PC02	6PC03	6PC04	501	502	503	504
D	Central I	1	1PD01	1PD02	1PD03	1PD04	101	102	103	104
		2	2PD01	2PD02	2PD03	2PD04	201	202	203	204
		3	3PD01	3PD02	3PD03	3PD04	301	302	303	304
		4	4PD01	4PD02	4PD03	4PD04	401	402	403	404
		5	5PD01	5PD02	5PD03	5PD04	501	502	503	504
		6	6PD01	6PD02	6PD03	6PD04	501	502	503	504
E	Central II	1	1PE01	1PE02	1PE03	1PE04	101	102	103	104
		2	2PE01	2PE02	2PE03	2PE04	201	202	203	204
		3	3PE01	3PE02	3PE03	3PE04	301	302	303	304
		4	4PE01	4PE02	4PE03	4PE04	401	402	403	404
		5	5PE01	5PE02	5PE03	5PE04	501	502	503	504
		6	6PE01	6PE02	6PE03	6PE04	501	502	503	504
F	El Remanso I	1	1PF01	1PF02	1PF03	1PF04	101	102	103	104
		2	2PF01	2PF02	2PF03	2PF04	201	202	203	204
		3	3PF01	3PF02	3PF03	3PF04	301	302	303	304
		4	4PF01	4PF02	4PF03	4PF04	401	402	403	404
		5	5PF01	5PF02	5PF03	5PF04	501	502	503	504
		6	6PF01	6PF02	6PF03	6PF04	501	502	503	504
G	El Remanso II	1	1PG01	1PG02	1PG03	1PG04	101	102	103	104
		2	2PG01	2PG02	2PG03	2PG04	201	202	203	204
		3	3PG01	3PG02	3PG03	3PG04	301	302	303	304
		4	4PG01	4PG02	4PG03	4PG04	401	402	403	404
		5	5PG01	5PG02	5PG03	5PG04	501	502	503	504
		6	6PG01	6PG02	6PG03	6PG04	501	502	503	504
H	El Remanso III	1	1PH01	1PH02	1PH03	1PH04	101	102	103	104
		2	2PH01	2PH02	2PH03	2PH04	201	202	203	204
		3	3PH01	3PH02	3PH03	3PH04	301	302	303	304
		4	4PH01	4PH02	4PH03	4PH04	401	402	403	404
		5	5PH01	5PH02	5PH03	5PH04	501	502	503	504
		6	6PH01	6PH02	6PH03	6PH04	501	502	503	504
I	La Encantada	1	1PI01	1PI02	1PI03	1PI04	101	102	103	104
		2	2PI01	2PI02	2PI03	2PI04	201	202	203	204
		3	3PI01	3PI02	3PI03	3PI04	301	302	303	304
		4	4PI01	4PI02	4PI03	4PI04	401	402	403	404
		5	5PI01	5PI02	5PI03	5PI04	501	502	503	504
		6	6PI01	6PI02	6PI03	6PI04	501	502	503	504

Fuente: Proyecto Inmobiliario “Las Clivias de Surco” (2008)

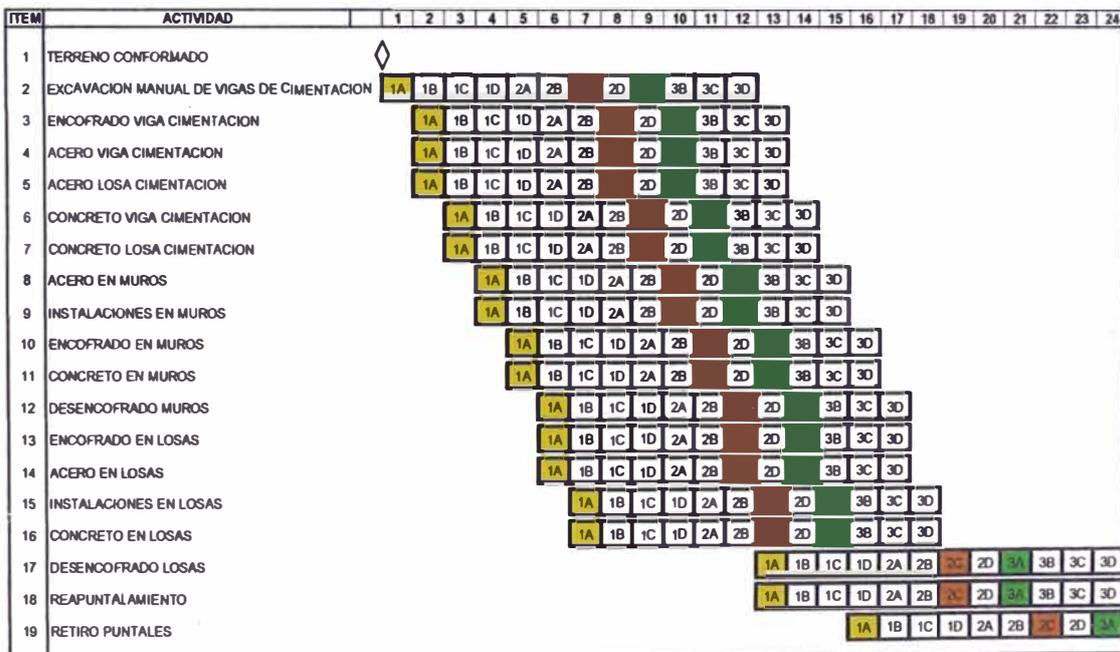
Elaboración: Propia

## 6.2. PROGRAMACION

- Cronograma General de Obra:**

Considerando lo anterior, se procede a definir los trenes de trabajo, de manera de lograr continuidad en cada cuadrilla por cada lote de producción (Grafico 6.4), luego definimos el numero de frentes de trabajo en función al plazo de ejecución requerido incluyendo las obras complementarias al entregable y finalmente establecemos el cronograma resumido y los programas semanales y diarios a fin de lograr el cumplimiento de metas establecidas.

**Cuadro 6.4:** Definición de trenes de trabajo para el proyecto “Las Clivias de Surco”



Fuente: Proyecto Inmobiliario “Las Clivias de Surco” (2008)  
Elaboración: Propia

Una vez obtenido el plazo de ejecución del entregable (53 días de ejecución + 12 días de obras preliminares) Ver Cuadro 6.5.



Si consideramos tantos frentes en paralelo como numero de entregables existentes, el plazo de ejecución del proyecto será el del plazo de ejecución del entregable. Sin embargo esto demandaría mayor cantidad de recursos iniciales.

Por tanto se requiere realizar un análisis de determinación de número de frentes, el cual dependerá de los requerimientos de venta y capacidad económica para soportar mayor cantidad de cuadrillas inicialmente.

En el Cuadro 6.6, se muestran los plazos de ejecución programados empleando 2, 3 y 4 frentes de trabajo en simultáneo, con los cuales se obtendrían plazos de ejecución de 167, 119 y 119 respectivamente. Nótese que el empleo de 3 y 4 frentes representa el mismo plazo de ejecución, esto debido a las condiciones particulares del proyecto, en la cual al tener 4 frentes de trabajo, se requeriría que uno solo se mantenga durante el último periodo de ejecución del último bloque, sin embargo se obtendría mayor rapidez de ejecución de los bloques restantes. Es decir, con 3 frentes obtendremos 8 bloques en 119 días y con 4 frentes en 89 días. Éste será el número de frentes seleccionado para el proyecto.

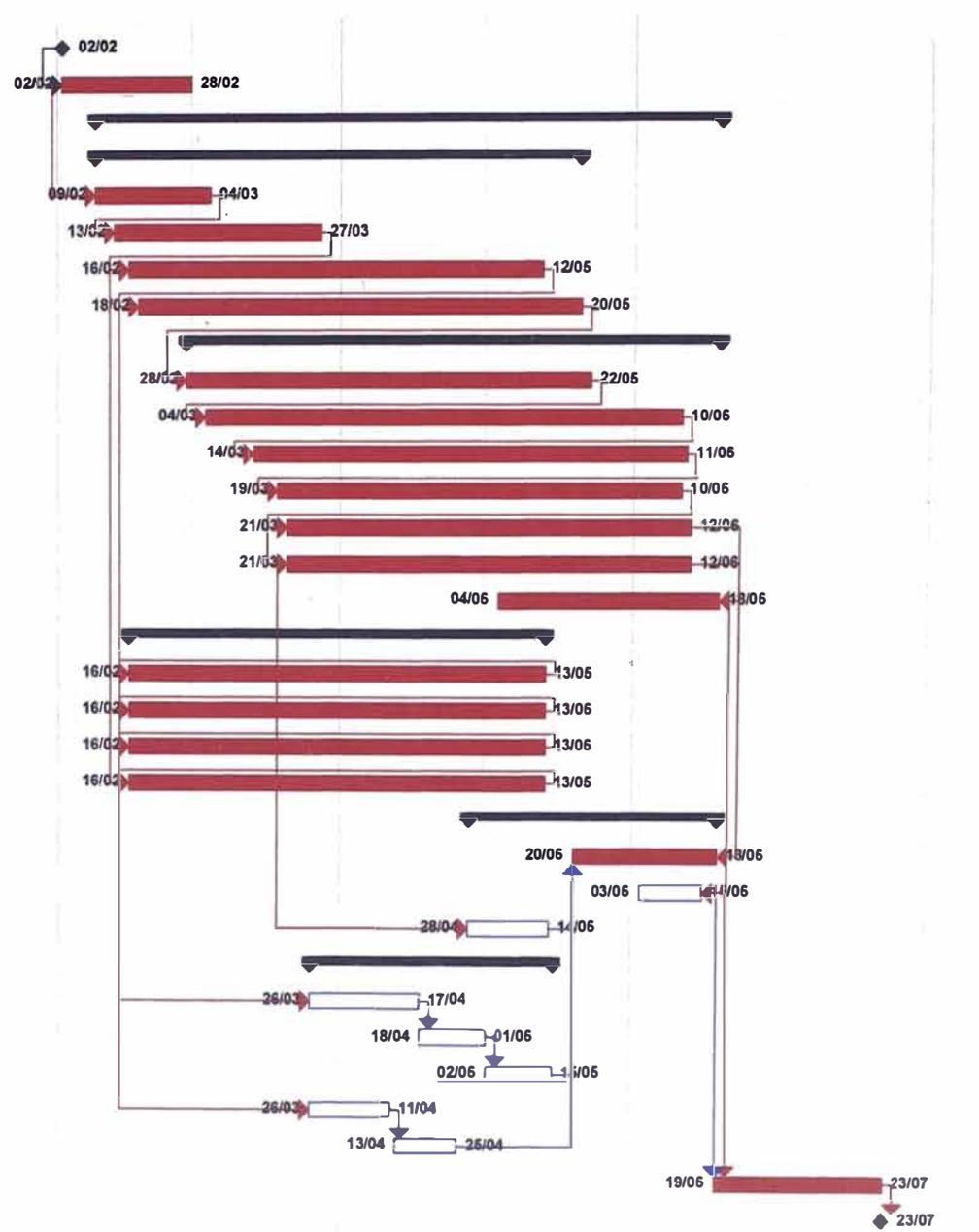


Una vez seleccionado el número de frentes de trabajo, se determina el plazo de ejecución de las obras complementarias, en función del plazo de construcción del entregable (Cuadro 6.7). Luego se esquematizan ambos programas en uno general (Cuadro 6.8), el cual sirve como base para determinar el cronograma resumen que por definición es más práctico de manejar (Gráfico 6.4) y los programas semanales y diarios a implementar para el control respectivo.

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>CONSTRUCCION DE BUZONES DESAQUE</b>													
EXCAVACION PARA BUZONES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SOLADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ACERO EN FONDO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CONCRETO FONDO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ACERO LATERAL		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ENCOFRADO LATERAL		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CONCRETO LATERAL		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ENCOFRADO SUPERIOR		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ACERO SUPERIOR		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CONCRETO SUPERIOR		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>CONSTRUCCION DE BUZONES ELECTRICOS Y TELEFONO</b>													
EXCAVACION PARA BUZONES						1	2	3	4	5	6	7	8
SOLADO						1	2	3	4	5	6	7	8
ACERO EN FONDO						1	2	3	4	5	6	7	8
CONCRETO FONDO						1	2	3	4	5	6	7	8
ACERO LATERAL						1	2	3	4	5	6	7	8
ENCOFRADO LATERAL						1	2	3	4	5	6	7	8
CONCRETO LATERAL						1	2	3	4	5	6	7	8
ENCOFRADO SUPERIOR						1	2	3	4	5	6	7	8
ACERO SUPERIOR						1	2	3	4	5	6	7	8
CONCRETO SUPERIOR						1	2	3	4	5	6	7	8
<b>CISTERNA DE AGUA</b>													
EXCAVACION CISTERNA									1	2	3	4	5
SOLADO									1	2	3	4	5
ACERO LOSA FONDO									1	2	3	4	5
CONCRETO LOSA FONDO									1	2	3	4	5
ACERO LATERAL									1	2	3	4	5
ENCOFRADO LATERAL									1	2	3	4	5
CONCRETO LATERAL									1	2	3	4	5
ENCOFRADO LOSA SUPERIOR									1	2	3	4	5
ACERO LOSA SUPERIOR									1	2	3	4	5
CONCRETO LOSA SUPERIOR									1	2	3	4	5
<b>INSTALACIONES SANITARIAS DESAQUE</b>													
EXCAVACION ZANJAS PARA TUBERIA						1	2	3	4	5	6	7	8
INSTALACION TUBERIA AGUA						1	2	3	4	5	6	7	8
RELLENO COMPACTADO						1	2	3	4	5	6	7	8
<b>INSTALACIONES SANITARIAS AGUA</b>													
EXCAVACION ZANJAS PARA TUBERIA									1	2	3	4	5
INSTALACION TUBERIA DESAQUE									1	2	3	4	5
RELLENO COMPACTADO									1	2	3	4	5
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>													
EXCAVACION ZANJAS PARA DUCTOS						1	2	3	4	5	6	7	8
INSTALACION DUCTOS						1	2	3	4	5	6	7	8
RELLENO COMPACTADO						1	2	3	4	5	6	7	8
<b>INSTALACIONES COMUNICACION</b>													
EXCAVACION ZANJAS PARA DUCTOS									1	2	3	4	5
INSTALACION DUCTOS									1	2	3	4	5
RELLENO COMPACTADO									1	2	3	4	5
<b>VEREDAS Y BARRIQUES INTERIORES</b>													
ENCOFRADO									1	2	3	4	5
CONCRETO VEREDAS									1	2	3	4	5
<b>VEREDAS EXTERNAS</b>													
DEMOLICION CERVO PERIMETRICO										1	2	3	4
ENCOFRADO										1	2	3	4
CONCRETO VEREDAS										1	2	3	4
<b>CARPINTERIA METALICA Y DE MADERA Y CERPAJERIA</b>													
REJES METALICOS												1	2
PUERTAS												1	2
CERPAJERIA												1	2
<b>POSTA ASFALTO Y ESTACIONAMIENTOS</b>													
PERFILADO Y COMPACTADO												1	2
BASE GRANULAR												1	2
IMPRIMACION												1	2
CARPETA ASFALTICA												1	2
SEÑALACION HORIZONTAL												1	2
SEÑALACION VERTICAL												1	2
<b>GARDEN</b>													
GARDEN INTERIORES												1	2
GARDEN EXTERIORES												1	2



			Comienzo	
1	CONJUNTO RESIDENCIAL "LAS CLIVIA"	148 días	lun 02/02/09	Jue 23/07/09
2	INICIO PROYECTO	0 días	lun 02/02/09	lun 02/02/09
3	OBRAS PRELIMINARES	24 días	lun 02/02/09	sáb 28/02/09
4	EDIFICIOS MULTIFAMILIARES	112 días	lun 09/02/09	Jue 18/06/09
5	ESTRUCTURAS	87 días	lun 09/02/09	mié 20/06/09
6	MOVIMIENTO DE TIERRAS	21 días	lun 09/02/09	mié 04/03/09
7	CIMENTACIONES	37 días	vie 13/02/09	vie 27/03/09
8	MUROS DE CONCRETO ARMADO	74 días	lun 16/02/09	mar 12/05/09
9	LOSAS DE CONCRETO ARMADO	79 días	mié 18/02/09	mié 20/05/09
10	ARQUITECTURA	96 días	sáb 28/02/09	Jue 18/06/09
11	TABIQUERIA	72 días	sáb 28/02/09	vie 22/05/09
12	PISOS, ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS	85 días	mié 04/03/09	mié 10/06/09
13	PINTURA	77 días	sáb 14/03/09	jue 11/06/09
14	CARPINTERIA DE MADERA Y METALIC/	72 días	jue 19/03/09	mié 10/06/09
15	APARATOS SANITARIOS	72 días	sáb 21/03/09	vie 12/06/09
16	LUMINARIAS Y ACCESORIOS	72 días	sáb 21/03/09	vie 12/06/09
17	ACABADOS FACHADA	40 días	lun 04/05/09	jue 18/06/09
18	INSTALACIONES	75 días	lun 16/02/09	mié 13/06/09
19	INSTALACIONES AGUA	75 días	lun 16/02/09	mié 13/05/09
20	INSTALACIONES DESAGUE	75 días	lun 16/02/09	mié 13/05/09
21	INSTALACIONES ELECTRICAS	75 días	lun 16/02/09	mié 13/05/09
22	INSTALACIONES COMUNICACIONES	75 días	lun 16/02/09	mié 13/05/09
23	AREAS COMUNES	45 días	mar 28/04/09	Jue 18/06/09
24	ESTACIONAMIENTOS	26 días	mié 20/05/09	jue 18/06/09
25	CERCO PERIMETRAL METALICO	11 días	mié 03/06/09	lun 15/06/09
26	CISTERNA	15 días	mar 28/04/09	jue 14/05/09
27	HABILITACION URBANA	44 días	Jue 26/03/09	vie 16/05/09
28	RED DE DESAGUE	20 días	jue 26/03/09	vie 17/04/09
29	RED DE AGUA	12 días	sáb 18/04/09	vie 01/05/09
30	RED CONTRA INCENDIO	12 días	sáb 02/05/09	vie 15/05/09
31	RED ELECTRICA	15 días	jue 26/03/09	sáb 11/04/09
32	RED DE COMUNICACIONES	12 días	lun 13/04/09	sáb 25/04/09
33	BUFFER DE PROTECCION	30 días	vie 19/06/09	Jue 23/07/09
34	FIN PROYECTO	0 días	Jue 23/07/09	Jue 23/07/09



Tarea  Tarea crítica  Progreso  Hito  Resumen

- **Asignación de Recursos al Lote (Cuadrillas):**

En base a las cantidades de producción diaria por lote, y una vez establecido el número de frentes de trabajo, se definen la composición de cada cuadrilla asignada acorde con la producción estimada (Cuadro 6.9). Esto con el fin de establecer cuadrillas especializadas y a fin de determinar la cantidad de personal a manejarse en el proyecto, de manera de prever alojamiento, vestidores, dimensiones de almacenes etc.

ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD X BLOQUE	CANTIDAD X PISO	CANTIDAD X LOTE	MANO OBRA				VEL. UN/DIA	JURAC. 1 CUAD. DIAS	NRO CUAD.	DURAC. TOTAL		OBS	TOTAL PERSONAL
						OP	OF	PE	TOTAL				DIAS	SEM.		
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS:</b>																
EXCAVACION MASIVA	M3	8,088	899	183	41			1	1	800	0.1	1	0.1	1	EQUIPO	1
EXCAVACION MANUAL	M3	471	52	10	2			1	1	4	0.8	1	0.8	1		1
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	7,298	811	147	37			2	2	24	1.5	2	0.8	1		4
<b>VIGA CIMENTACION</b>																
ACERO VIGA CIMENTACION	KG	11,910	1,323	241	60	4		4	8	1,500	0.0	1	0.1	1		4
ENCOFRADO VIGA CIMENTACION	M2	248	28	5	1	4	2	4	10	80	0.0	0	0.1	1		3
CONCRETO VIGA CIMENTACION	M3	208	23	4	1	4		8	12	85	0.0	0	0.1	1		3
<b>LOSA CIMENTACION</b>																
ACERO LOSA CIMENTACION	KG	70,035	7,782	1,415	354	4		4	8	1,500	0.2	1	0.5	1		4
CONCRETO LOSA CIMENTACION	M3	1,187	130	24	6	4		8	12	47	0.1	0	0.5	1		3
<b>MUROS</b>																
ACERO EN MUROS	KG	184,095	20,455	3,719	930	4		4	8	1,500	0.8	1	0.8	1		8
ENCOFRADO EN MUROS	M2	83,036	7,004	1,273	318	4	2	4	10	150	2.1	2	1.1	1		20
CONCRETO EN MUROS	M3	3,873	408	74	19	4		8	12	47	0.4	1	0.8	1		6
DESENCOFADO EN MUROS	M2	63,036	7,004	1,273	318	2	1	2	5	350	0.9	1	0.9	1		5
<b>LOSAS MACIZA</b>																
ENCOFRADO EN LOSAS	M2	25,408	2,823	513	128	5	5	5	15	250	0.5	1	0.9	1		9
ACERO EN LOSAS	KG	201,786	22,418	4,078	1,019	4		4	8	1,500	0.7	1	1.1	1		5
CONCRETO EN LOSAS	M3	3,888	408	74	19	4		8	12	52	0.4	0	1.1	1		4
DESENCOFADO Y REAPUNTAMIENTO	M2	25,408	2,823	513	128	2	2	2	6	120	1.1	1	1.1	1		6
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>																
INSTALACIONES MUROS	GLB	180	20	4	1							1			SUBCONT.	
INSTALACIONES LOSAS	GLB	180	20	4	1							1			SUBCONT.	
<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>																
INSTALACIONES MUROS	GLB	180	20	4	1							1			SUBCONT.	
INSTALACIONES LOSAS	GLB	180	20	4	1							1			SUBCONT.	
<b>TABIQUES Y CUBIERTA</b>																
TABIQUES	M2	5,450	808	110	28	6		3	9	50	0.6	0	1.2	1		4
CUBIERTA LADRILLO PASTELERO	M2	1,880	207	38	9	6		3	9	52	0.2	0	0.8	1		2
<b>PISOS</b>																
PISO CEMENTO	M2	4,050	450	82	20	8		3	9	58	0.4	0	0.8	1		4
PISO CERAMICO	M2	11,200	1,244	228	57	8		3	9	58	1.0	0	2.3	1		4
PISO MADERA	M2	8,340	927	188	42							1			SUBCONT.	
<b>ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS</b>																
CONTRAZOCALO CEMENTO	M	470	52	9	2	8		3	9	48	0.0	0	0.1	1		3
ZOCALO CERAMICO	M2	17,400	1,933	352	88	8		3	9	48	1.8	0	5.5	1		3
CONTRAZOCALO MADERA	M	8,830	981	178	45							1			SUBCONT.	
<b>PINTURA GENERAL</b>																
PINTURA MUROS	M2	107,800	11,858	2,174	543							1			SUBCONT.	
PINTURA CIELO RASO	M2	18,800	2,089	380	95							1			SUBCONT.	
<b>CARPINTERIA METALICA, DE MADERA, VIDRIO Y ALUMINIO</b>																
CARPINTERIA METALICA	GLB	180	20	4	1							1			SUBCONT.	
CARPINTERIA MADERA	GLB	180	20	4	1							1			SUBCONT.	
CARPINTERIA VIDRIO Y ALUMINIO	GLB	180	20	4	1							1			SUBCONT.	
<b>CERRAJERIA Y GRIFERIA</b>																
CERRAJERIA	GLB	180	20	4	1	1		1	2	1	0.9	1	0.9	1		2
GRIFERIA	GLB	180	20	4	1	1		1	2	1	0.9	1	0.9	1		2
<b>LUMINARIAS Y ACCESORIOS</b>																
LUMINARIAS Y ACCESORIOS	GLB	180	20	4	1							1			SUBCONT.	

### 6.3. PROPUESTA PARA EL CONTROL DE PROYECTO

- **Curva “S” de Avance:**

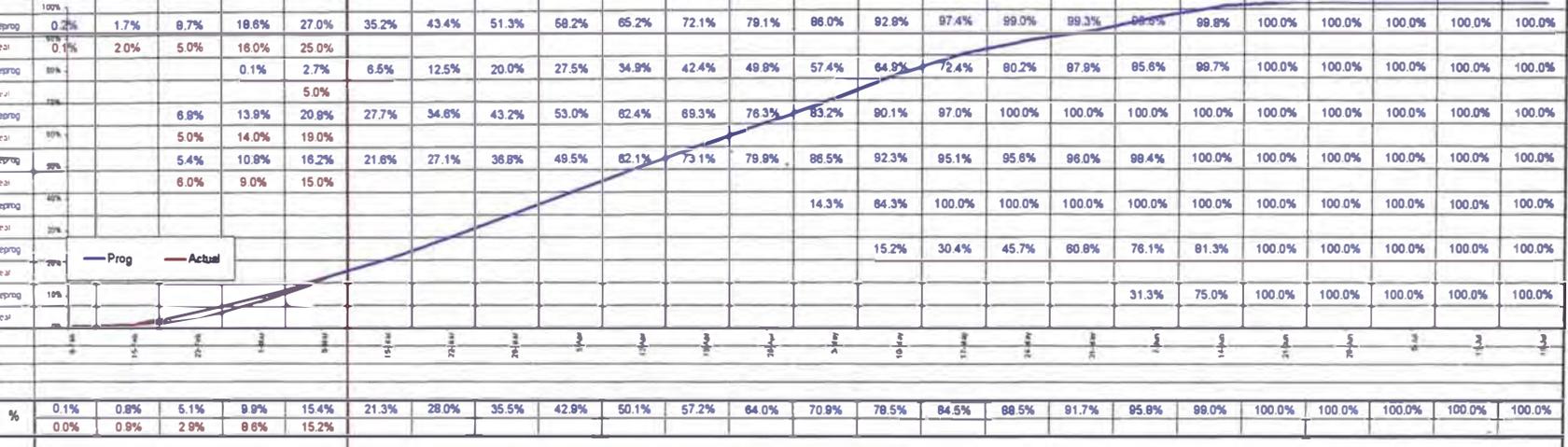
Considerando la programación de obra establecida, se define la “línea base” a partir de la cual se efectuarán todos los controles necesarios con respecto al progreso general del proyecto.

Teniendo en cuenta los plazos establecidos, se procede a determinar los porcentajes acumulados de cumplimiento de actividades y plasmarlos en un gráfico. Luego se determinan los “pesos” de cada actividad en función a la cantidad de horas hombre o al costo de actividad y se determina el avance o el progreso general de la obra. Estos datos se comparan periódicamente con el costo realmente empleado y con el costo “ganado”. Para nuestro caso se procedió a la determinación del costo de cada actividad en función al presupuesto, y su distribución con respecto al tiempo, cuyos valores corresponden al cronograma valorizado que forma parte del anexo A,

Así también, en función a estos “pesos” se determinaron los porcentajes de ejecución previstos y los costos asociados para el control mediante el método del “valor ganado”.

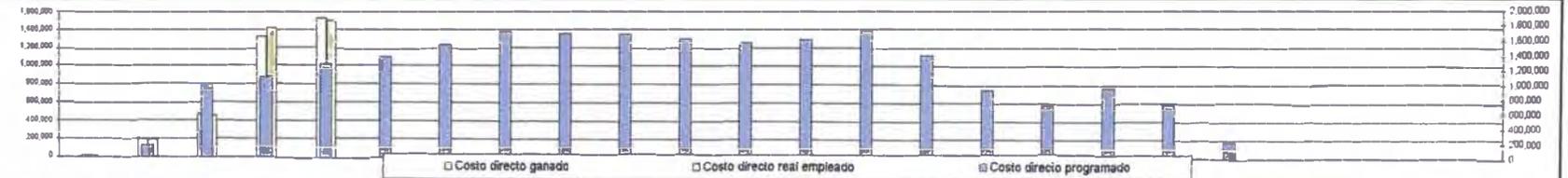
A continuación en el cuadro 6.10 se presenta la curva S desarrollada para el proyecto, en la cual se incluye el esquema para el control mediante el análisis de valor ganado. Se presentan datos de avance a manera de ejemplo para un mejor entendimiento.

COD.	DESCRIPCION	UND	TOTAL COSTO DIRECTO	PEBOS	SEMANA																												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
					08-feb	15-feb	22-feb	01-mar	08-mar	15-mar	22-mar	29-mar	05-abr	12-abr	19-abr	26-abr	03-may	10-may	17-may	24-may	31-may	07-jun	14-jun	21-jun	28-jun	05-jul	12-jul	19-jul					
1.00.00	ESTRUCTURAS	Sf.	10,240,971	44.5%	100%	0.2%	1.7%	8.7%	18.6%	27.0%	35.2%	43.4%	51.3%	58.2%	65.2%	72.1%	79.1%	86.0%	92.8%	97.4%	99.3%	99.5%	99.8%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%					
2.00.00	ARQUITECTURA	Sf.	8,747,567	38.0%	0%	0.1%	2.0%	5.0%	16.0%	25.0%	0.1%	2.7%	6.5%	12.5%	20.0%	27.5%	34.9%	42.4%	49.8%	57.4%	64.9%	72.4%	80.2%	87.9%	85.6%	89.7%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		
3.00.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	Sf.	1,891,317	7.3%	0%	0%	0%	6.8%	13.9%	20.8%	27.7%	34.6%	43.2%	53.0%	62.4%	69.3%	76.3%	83.2%	90.1%	97.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		
4.00.00	INSTALACIONES SANITARIAS	Sf.	1,220,700	5.3%	0%	0%	0%	5.4%	10.8%	16.2%	21.6%	27.1%	36.8%	49.5%	62.1%	73.1%	79.9%	86.5%	92.3%	95.1%	95.6%	96.0%	98.4%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		
5.00.00	AGUA CONTRA INCENDIOS	Sf.	326,523	1.4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14.3%	84.3%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		
6.00.00	DETECCION CONTRA INCENDIO	Sf.	99,028	0.4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15.2%	30.4%	45.7%	60.8%	76.1%	81.3%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		
7.00.00	ASCENSORES	Sf.	703,080	3.1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	31.3%	75.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
<b>TOTALES</b>																																	
<b>% EJECUCION</b>																																	
A	% Programado			%	0.1%	0.8%	5.1%	9.9%	15.4%	21.3%	28.0%	35.5%	42.9%	50.1%	57.2%	64.0%	70.9%	78.5%	84.5%	88.5%	91.7%	95.8%	99.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		
B	% Real			%	0.0%	0.9%	2.9%	8.6%	15.2%																								



SPI = 0.99 > 1 Avance mejor a lo programado  
 = Avance Igual a lo programado  
 < 1 Avance peor a lo programado

CPI = 0.98 > 1 Costo mejor a lo programado  
 = Costo Igual a lo programado  
 < 1 Costo peor a lo programado



COSTO DIRECTO																																			
D	Programado - Parcial	23,494	153,882	1,001,299	1,098,817	1,270,714	1,380,963	1,547,503	1,722,937	1,888,105	1,679,148	1,617,274	1,588,990	1,610,163	1,733,190	1,393,649	918,644	722,990	965,221	730,302	226,423														
E	Programado - Acumulado (B.)	23,494	177,176	1,178,475	2,277,092	3,547,806	4,908,760	6,456,263	8,179,199	9,867,244	11,544,300	13,161,448	14,789,445	16,338,778	18,071,968	19,465,618	20,384,260	21,107,241	22,072,461	22,802,784	23,029,187	23,029,187	23,029,187	23,029,187	23,029,187	23,029,187	23,029,187	23,029,187	23,029,187	23,029,187					
F	Ganado - Parcial	10,241	194,579	465,037	1,315,346	1,516,874																													
G	Ganado - Acumulado (B.)	10,241	204,819	669,856	1,865,203	3,502,076																													
H	Real - Parcial	12,505	190,520	450,250	1,420,580	1,490,580																													
I	Real - Acumulado (B.)	12,505	203,025	653,275	2,073,856	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435	3,564,435					

## CONCLUSIONES

- La planificación por flujo de actividades y lotes de producción, permite una reducción drástica de pérdidas. Al balancear la secuencia de actividades del proyecto con sus predecesoras y sucesoras correspondientes, permite la eliminación de tiempos muertos existentes (colchones de seguridad) y su respectivo ahorro en cuanto a costo y plazo.
- La eliminación de holguras y criticidad de cadenas de producción permite principalmente enfocarse en “la secuencia” de actividades y no en “las actividades” en si mismas, lo cual optimiza la ejecución del proyecto en conjunto.
- La programación por cadenas de producción, al inducir repeticiones constantes en las mismas actividades, permite la especialización de las cuadrillas, generando impactos positivos en la calidad, en la productividad y eficiencia.
- El establecimiento de entregables uniformes, permite prever los insumos con suficiente anticipación y regularidad con los proveedores, lo cual reduce los costos de almacenamientos no previstos y sobrecostos de procura y organización logística.

## RECOMENDACIONES

- La planificación debe enfocarse, teniendo en consideración los riesgos asociados en las duraciones de las actividades. Sin embargo ¿Qué hacer ante riesgos no considerados?. La incertidumbre abarca aquellos sucesos que nadie previo y el buffer de proyecto debe ser considerado a fin de absorber todos impactos provenientes de este fenómeno inherente a cada proyecto.
- Es recomendable efectuar el análisis de valor ganado en función a los costos asociados, puesto que controlado mediante horas hombre, podrían generarse distorsiones en las mediciones mayormente en las actividades en las cuales el empleo de equipos o materiales sea mas incidente.

## BIBLIOGRAFIA

- ANBARI, Frank; Earned Value Project Managements Methods and Extensions, Project Management Journal, Diciembre 2003.
- APAOLAZA, Unai; OYARBIDE, Aitor; La Aportación de la “Cadena Critica” Frente a la Gestión Clásica de Proyectos; IX Congreso de Ingeniería de Organización, Gijón, 2005.
- GHIO, Virgilio; Productividad en Obras de Construcción; Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2001.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE; Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos; Pennsylvania, 2004.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE; Practice Standard for Earned Value Management; Pennsylvania, 2005.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE; Practice Standard for Work Breakdown Structure; Pennsylvania, 2001.
- RODRIGUEZ, Walter; Gerencia de Construcción y del Tiempo; Ediciones MACRO, Lima, 2006.
- RODRIGUEZ, Walter; Técnicas Modernas en el Planeamiento, Programación y Control de Obras; Walter Rodríguez Castillejo, Lima, 1999.
- VALERIANO, Luís; CASTILLO, Luís; RUIZ, Luís; RAZURI; Carlos; Planificación por Flujo de Actividades y Lotes de Producción como Perspectiva para el Análisis de Riesgos en Proyectos de Construcción de Edificaciones; XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Iquitos, 2003.

## ANEXOS

---

### A. CRONOGRAMA SEMANAL DE AVANCE VALORIZADO







ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	FECHA
2.3.2.01	PUERTAS DE 1.50x2.00	UNO	400	280.33	112.132	13/07/2023
2.3.2.02	PUERTAS DE 2.00x2.00	UNO	100	180.00	18.000	13/07/2023
2.3.2.03	PUERTAS DE 2.50x2.50	UNO	100	250.00	25.000	13/07/2023
2.3.2.04	PUERTAS DE 3.00x3.00	UNO	100	300.00	30.000	13/07/2023
2.3.2.05	PUERTAS DE 3.50x3.50	UNO	100	350.00	35.000	13/07/2023
2.3.2.06	PUERTAS DE 4.00x4.00	UNO	100	400.00	40.000	13/07/2023
2.3.2.07	PUERTAS DE 4.50x4.50	UNO	100	450.00	45.000	13/07/2023
2.3.2.08	PUERTAS DE 5.00x5.00	UNO	100	500.00	50.000	13/07/2023
2.3.2.09	PUERTAS DE 5.50x5.50	UNO	100	550.00	55.000	13/07/2023
2.3.2.10	PUERTAS DE 6.00x6.00	UNO	100	600.00	60.000	13/07/2023
2.3.2.11	PUERTAS DE 6.50x6.50	UNO	100	650.00	65.000	13/07/2023
2.3.2.12	PUERTAS DE 7.00x7.00	UNO	100	700.00	70.000	13/07/2023
2.3.2.13	PUERTAS DE 7.50x7.50	UNO	100	750.00	75.000	13/07/2023
2.3.2.14	PUERTAS DE 8.00x8.00	UNO	100	800.00	80.000	13/07/2023
2.3.2.15	PUERTAS DE 8.50x8.50	UNO	100	850.00	85.000	13/07/2023
2.3.2.16	PUERTAS DE 9.00x9.00	UNO	100	900.00	90.000	13/07/2023
2.3.2.17	PUERTAS DE 9.50x9.50	UNO	100	950.00	95.000	13/07/2023
2.3.2.18	PUERTAS DE 10.00x10.00	UNO	100	1000.00	100.000	13/07/2023
2.3.2.19	PUERTAS DE 10.50x10.50	UNO	100	1050.00	105.000	13/07/2023
2.3.2.20	PUERTAS DE 11.00x11.00	UNO	100	1100.00	110.000	13/07/2023
2.3.2.21	PUERTAS DE 11.50x11.50	UNO	100	1150.00	115.000	13/07/2023
2.3.2.22	PUERTAS DE 12.00x12.00	UNO	100	1200.00	120.000	13/07/2023
2.3.2.23	PUERTAS DE 12.50x12.50	UNO	100	1250.00	125.000	13/07/2023
2.3.2.24	PUERTAS DE 13.00x13.00	UNO	100	1300.00	130.000	13/07/2023
2.3.2.25	PUERTAS DE 13.50x13.50	UNO	100	1350.00	135.000	13/07/2023
2.3.2.26	PUERTAS DE 14.00x14.00	UNO	100	1400.00	140.000	13/07/2023
2.3.2.27	PUERTAS DE 14.50x14.50	UNO	100	1450.00	145.000	13/07/2023
2.3.2.28	PUERTAS DE 15.00x15.00	UNO	100	1500.00	150.000	13/07/2023
2.3.2.29	PUERTAS DE 15.50x15.50	UNO	100	1550.00	155.000	13/07/2023
2.3.2.30	PUERTAS DE 16.00x16.00	UNO	100	1600.00	160.000	13/07/2023
2.3.2.31	PUERTAS DE 16.50x16.50	UNO	100	1650.00	165.000	13/07/2023
2.3.2.32	PUERTAS DE 17.00x17.00	UNO	100	1700.00	170.000	13/07/2023
2.3.2.33	PUERTAS DE 17.50x17.50	UNO	100	1750.00	175.000	13/07/2023
2.3.2.34	PUERTAS DE 18.00x18.00	UNO	100	1800.00	180.000	13/07/2023
2.3.2.35	PUERTAS DE 18.50x18.50	UNO	100	1850.00	185.000	13/07/2023
2.3.2.36	PUERTAS DE 19.00x19.00	UNO	100	1900.00	190.000	13/07/2023
2.3.2.37	PUERTAS DE 19.50x19.50	UNO	100	1950.00	195.000	13/07/2023
2.3.2.38	PUERTAS DE 20.00x20.00	UNO	100	2000.00	200.000	13/07/2023
2.3.2.39	PUERTAS DE 20.50x20.50	UNO	100	2050.00	205.000	13/07/2023
2.3.2.40	PUERTAS DE 21.00x21.00	UNO	100	2100.00	210.000	13/07/2023
2.3.2.41	PUERTAS DE 21.50x21.50	UNO	100	2150.00	215.000	13/07/2023
2.3.2.42	PUERTAS DE 22.00x22.00	UNO	100	2200.00	220.000	13/07/2023
2.3.2.43	PUERTAS DE 22.50x22.50	UNO	100	2250.00	225.000	13/07/2023
2.3.2.44	PUERTAS DE 23.00x23.00	UNO	100	2300.00	230.000	13/07/2023
2.3.2.45	PUERTAS DE 23.50x23.50	UNO	100	2350.00	235.000	13/07/2023
2.3.2.46	PUERTAS DE 24.00x24.00	UNO	100	2400.00	240.000	13/07/2023
2.3.2.47	PUERTAS DE 24.50x24.50	UNO	100	2450.00	245.000	13/07/2023
2.3.2.48	PUERTAS DE 25.00x25.00	UNO	100	2500.00	250.000	13/07/2023
2.3.2.49	PUERTAS DE 25.50x25.50	UNO	100	2550.00	255.000	13/07/2023
2.3.2.50	PUERTAS DE 26.00x26.00	UNO	100	2600.00	260.000	13/07/2023
2.3.2.51	PUERTAS DE 26.50x26.50	UNO	100	2650.00	265.000	13/07/2023
2.3.2.52	PUERTAS DE 27.00x27.00	UNO	100	2700.00	270.000	13/07/2023
2.3.2.53	PUERTAS DE 27.50x27.50	UNO	100	2750.00	275.000	13/07/2023
2.3.2.54	PUERTAS DE 28.00x28.00	UNO	100	2800.00	280.000	13/07/2023
2.3.2.55	PUERTAS DE 28.50x28.50	UNO	100	2850.00	285.000	13/07/2023
2.3.2.56	PUERTAS DE 29.00x29.00	UNO	100	2900.00	290.000	13/07/2023
2.3.2.57	PUERTAS DE 29.50x29.50	UNO	100	2950.00	295.000	13/07/2023
2.3.2.58	PUERTAS DE 30.00x30.00	UNO	100	3000.00	300.000	13/07/2023
2.3.2.59	PUERTAS DE 30.50x30.50	UNO	100	3050.00	305.000	13/07/2023
2.3.2.60	PUERTAS DE 31.00x31.00	UNO	100	3100.00	310.000	13/07/2023
2.3.2.61	PUERTAS DE 31.50x31.50	UNO	100	3150.00	315.000	13/07/2023
2.3.2.62	PUERTAS DE 32.00x32.00	UNO	100	3200.00	320.000	13/07/2023
2.3.2.63	PUERTAS DE 32.50x32.50	UNO	100	3250.00	325.000	13/07/2023
2.3.2.64	PUERTAS DE 33.00x33.00	UNO	100	3300.00	330.000	13/07/2023
2.3.2.65	PUERTAS DE 33.50x33.50	UNO	100	3350.00	335.000	13/07/2023
2.3.2.66	PUERTAS DE 34.00x34.00	UNO	100	3400.00	340.000	13/07/2023
2.3.2.67	PUERTAS DE 34.50x34.50	UNO	100	3450.00	345.000	13/07/2023
2.3.2.68	PUERTAS DE 35.00x35.00	UNO	100	3500.00	350.000	13/07/2023
2.3.2.69	PUERTAS DE 35.50x35.50	UNO	100	3550.00	355.000	13/07/2023
2.3.2.70	PUERTAS DE 36.00x36.00	UNO	100	3600.00	360.000	13/07/2023
2.3.2.71	PUERTAS DE 36.50x36.50	UNO	100	3650.00	365.000	13/07/2023
2.3.2.72	PUERTAS DE 37.00x37.00	UNO	100	3700.00	370.000	13/07/2023
2.3.2.73	PUERTAS DE 37.50x37.50	UNO	100	3750.00	375.000	13/07/2023
2.3.2.74	PUERTAS DE 38.00x38.00	UNO	100	3800.00	380.000	13/07/2023
2.3.2.75	PUERTAS DE 38.50x38.50	UNO	100	3850.00	385.000	13/07/2023
2.3.2.76	PUERTAS DE 39.00x39.00	UNO	100	3900.00	390.000	13/07/2023
2.3.2.77	PUERTAS DE 39.50x39.50	UNO	100	3950.00	395.000	13/07/2023
2.3.2.78	PUERTAS DE 40.00x40.00	UNO	100	4000.00	400.000	13/07/2023
2.3.2.79	PUERTAS DE 40.50x40.50	UNO	100	4050.00	405.000	13/07/2023
2.3.2.80	PUERTAS DE 41.00x41.00	UNO	100	4100.00	410.000	13/07/2023
2.3.2.81	PUERTAS DE 41.50x41.50	UNO	100	4150.00	415.000	13/07/2023
2.3.2.82	PUERTAS DE 42.00x42.00	UNO	100	4200.00	420.000	13/07/2023
2.3.2.83	PUERTAS DE 42.50x42.50	UNO	100	4250.00	425.000	13/07/2023
2.3.2.84	PUERTAS DE 43.00x43.00	UNO	100	4300.00	430.000	13/07/2023
2.3.2.85	PUERTAS DE 43.50x43.50	UNO	100	4350.00	435.000	13/07/2023
2.3.2.86	PUERTAS DE 44.00x44.00	UNO	100	4400.00	440.000	13/07/2023
2.3.2.87	PUERTAS DE 44.50x44.50	UNO	100	4450.00	445.000	13/07/2023
2.3.2.88	PUERTAS DE 45.00x45.00	UNO	100	4500.00	450.000	13/07/2023
2.3.2.89	PUERTAS DE 45.50x45.50	UNO	100	4550.00	455.000	13/07/2023
2.3.2.90	PUERTAS DE 46.00x46.00	UNO	100	4600.00	460.000	13/07/2023
2.3.2.91	PUERTAS DE 46.50x46.50	UNO	100	4650.00	465.000	13/07/2023
2.3.2.92	PUERTAS DE 47.00x47.00	UNO	100	4700.00	470.000	13/07/2023
2.3.2.93	PUERTAS DE 47.50x47.50	UNO	100	4750.00	475.000	13/07/2023
2.3.2.94	PUERTAS DE 48.00x48.00	UNO	100	4800.00	480.000	13/07/2023
2.3.2.95	PUERTAS DE 48.50x48.50	UNO	100	4850.00	485.000	13/07/2023
2.3.2.96	PUERTAS DE 49.00x49.00	UNO	100	4900.00	490.000	13/07/2023
2.3.2.97	PUERTAS DE 49.50x49.50	UNO	100	4950.00	495.000	13/07/2023
2.3.2.98	PUERTAS DE 50.00x50.00	UNO	100	5000.00	500.000	13/07/2023
2.3.2.99	PUERTAS DE 50.50x50.50	UNO	100	5050.00	505.000	13/07/2023
2.3.2.100	PUERTAS DE 51.00x51.00	UNO	100	5100.00	510.000	13/07/2023

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	FECHA
2.3.2.101	PUERTAS DE 51.50x51.50	UNO	100	5150.00	515.000	13/07/2023
2.3.2.102	PUERTAS DE 52.00x52.00	UNO	100	5200.00	520.000	13/07/2023
2.3.2.103	PUERTAS DE 52.50x52.50	UNO	100	5250.00	525.000	13/07/2023
2.3.2.104	PUERTAS DE 53.00x53.00	UNO	100	5300.00	530.000	13/07/2023
2.3.2.105	PUERTAS DE 53.50x53.50	UNO	100	5350.00	535.000	13/07/2023
2.3.2.106	PUERTAS DE 54.00x54.00	UNO	100	5400.00	540.000	13/07/2023
2.3.2.107	PUERTAS DE 54.50x54.50	UNO	100	5450.00	545.000	13/07/2023
2.3.2.108	PUERTAS DE 55.00x55.00	UNO	100	5500.00	550.000	13/07/2023
2.3.2.109	PUERTAS DE 55.50x55.50	UNO	100	5550.00	555.000	13/07/2023
2.3.2.110	PUERTAS DE 56.00x56.00	UNO	100	5600.00	560.000	13/07/2023
2.3.2.111	PUERTAS DE 56.50x56.50	UNO	100	5650.00	565.000	13/07/2023
2.3.2.112	PUERTAS DE 57.00x57.00	UNO	100	5700.00	570.000	13/07/2023
2.3.2.113	PUERTAS DE 57.50x57.50	UNO	100	5750.00	575.000	13/07/2023
2.3.2.114	PUERTAS DE 58.00x58.00	UNO	100	5800.00	580.000	13/07/2023
2.3.2.115	PUERTAS DE 58.50x58.50	UNO	100	5850.00	585.000	13/07/2023
2.3.2.116	PUERTAS DE 59.00x59.00	UNO	100	5900.00	590.000	13/07/2023
2.3.2.117	PUERTAS DE 59.50x59.50	UNO	100	5950.00	595.000	13/07/2023
2.3.2.118	PUERTAS DE 60.00x60.00	UNO	100	6000.00	600.000	13/07/2023
2.3.2.119	PUERTAS DE 60.50x60.50	UNO	100	6		





ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	FECHA	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	FECHA	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	FECHA
3.17.02	Balón para edición de temperatura (1)	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.17.03	Balón para edición de humedad (1)	Pa	80	10.00	800.00	15/07/2019	Pa	80	10.00	800.00	15/07/2019	Pa	80	10.00	800.00	15/07/2019
3.17.04	Balón para edición de pH (1)	Pa	40	10.00	400.00	15/07/2019	Pa	40	10.00	400.00	15/07/2019	Pa	40	10.00	400.00	15/07/2019
3.17.05	Balón para edición de conductividad (1)	Pa	40	10.00	400.00	15/07/2019	Pa	40	10.00	400.00	15/07/2019	Pa	40	10.00	400.00	15/07/2019
3.18.00	CAJA DE PAIS	Und	40	11.00	440.00	15/07/2019	Pa	40	11.00	440.00	15/07/2019	Pa	40	11.00	440.00	15/07/2019
3.18.01	Caja de paño estéril	Und	40	11.00	440.00	15/07/2019	Pa	40	11.00	440.00	15/07/2019	Pa	40	11.00	440.00	15/07/2019
3.19.00	APORTE DE OBRERÍA	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.19.01	Aporte de obreros con 02 meses	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.20.00	BIFURCA DE PUNTA A YERBA	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.20.01	Tubo y repuesto	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.20.02	Extracción de agua de 1/2" a 1"	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.20.03	Rebaje y compensación de Zanjón	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.20.04	Extracción de terreno	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.21.00	POZO DE YERBA	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.21.01	Pozo de tierra a 1.00m	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.21.02	Cable de tierra 1.00m/1" IV	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.21.03	Tubo de 2" a 1" PVC	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.21.04	Barrido y compensación	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.21.05	Pozo de irrigación de punto de bomb	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.22.00	REDES ELÉCTRICAS	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.22.01	Tubo y repuesto	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.22.02	Extracción de agua de 1/2" a 1"	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.22.03	Rebaje y compensación de Zanjón	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.22.04	Tubo de 2" a 1" PVC	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.22.05	Barrido y compensación de Zanjón	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.22.06	Extracción de terreno	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.23.00	REDES ELÉCTRICAS	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.23.01	Barrido y compensación de Zanjón	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.24.00	BUNDA DE CEMENTACIÓN	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
3.24.01	Barrido y compensación de Zanjón	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	FECHA	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	FECHA	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	FECHA
4.01.00	REDES ELÉCTRICAS	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.01.01	Tubo y repuesto	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.01.02	Extracción de agua de 1/2" a 1"	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.01.03	Rebaje y compensación de Zanjón	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.01.04	Tubo de 2" a 1" PVC	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.01.05	Barrido y compensación de Zanjón	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.02.00	REDES ELÉCTRICAS	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.02.01	Tubo y repuesto	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.02.02	Extracción de agua de 1/2" a 1"	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.02.03	Rebaje y compensación de Zanjón	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.02.04	Tubo de 2" a 1" PVC	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.02.05	Barrido y compensación de Zanjón	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.03.00	REDES ELÉCTRICAS	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.03.01	Tubo y repuesto	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.03.02	Extracción de agua de 1/2" a 1"	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.03.03	Rebaje y compensación de Zanjón	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.03.04	Tubo de 2" a 1" PVC	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.03.05	Barrido y compensación de Zanjón	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.04.00	REDES ELÉCTRICAS	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.04.01	Tubo y repuesto	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.04.02	Extracción de agua de 1/2" a 1"	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.04.03	Rebaje y compensación de Zanjón	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.04.04	Tubo de 2" a 1" PVC	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	M	100	10.00	1,000.00	15/07/2019
4.04.05	Barrido y compensación de Zanjón	Und	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019	Pa	100	10.00	1,000.00	15/07/2019







