

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS  
TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL MALL EN  
AREQUIPA**

Tesis para optar el Título de **INGENIERO CIVIL**, que presenta el bachiller:

**JUAN PABLO LOAYZA DUEÑAS  
ALEX EMIL HERNANDEZ TEJADA**

**ASESOR: IVAN BRAGAGNINI RODRÍGUEZ**

Lima, Julio del 2012

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo el plan y control de la construcción de un centro comercial en la ciudad de Arequipa. Se tomaron en cuenta 2 edificios de estructura porticada en dicho centro comercial: La TIENDA HOGAR, edificio de concreto armado de un nivel y La TIENDA ANCLA 2, edificio de concreto armado de 2 niveles. En este estudio se consideró sola la etapa de obra gruesa de estructuras entre un plazo de 7 meses para concluir las.

Para la elaboración de los distintos trenes de actividades se dividieron ambos frentes: Frente 1 TIENDA HOGAR y Frente 2 TIENDA ANCLA en 10 y 7 sectores respectivamente. Luego de esto obtuvimos el cronograma valorizado y la curva S correspondiente. Con esta información también elaboramos un diagrama Gantt, calculamos la ruta crítica, los calendarios de mano de obra, concreto, encofrado y acero importante para programaciones detalladas y pedidos de material para obra.

Durante su construcción usamos herramientas para programar trabajos y medidas de control en distintas actividades, mediante procesos de planes anticipados (look ahead), desarrollando reportes de programaciones intermedias, análisis de restricciones, y porcentajes de cumplimiento.

Para controlar productividad en obra, usamos índices que revelan eficiencias en usos de recursos humanos durante cada tarea productiva, mostrando cuando tomar acciones para reducir mano de obra por sobredimensionamiento, ineficiencia, implemento de nuevas tecnologías o soluciones concretas a problemas generados en sus procesos, asistiendo a prever estimaciones de horas consumibles para términos de obra.

La misión de la tesis es brindar alternativas eficientes de planeamiento y control para obras de retail en nuestro país

## BIBLIOGRAFIA

- Culvert S., Mc Donough J., Radical Management, The Free Press, Londres, 1985
- Department of Defense, Unified Facilities Criteria – Department of Defense facilities pricing guide, JFC 3-701-07, EE.UU., 2007
- National Aeronautics and Space Administration, Systems Engineering Handbook, NASA/SP-2007-6105, EE.UU, 2007
- Norma Nacional Americana ANSI Project Management Institute MI 99-001-2004, Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, Tercera edición, EE.UU, 2004
- Office of Aerospace Studies, Analysis of Alternatives Handbook, A Practical Guide, EE.UU., 2008.
- Department of Defense, Contractor Cost Data Reporting Manual, DoD 5000.4-M-1, EE.UU., 1999.
- Ramos J., Colección del Constructor, Costos y Presupuestos en Edificación, Capeco
- Ríos C., Planeamiento integral de la construcción de un edificio de 23 pisos con cinco sótanos destinado a oficinas, Tesis PUCP, Lima, 2006
- Work Breakdown Structure, Department of Defense Handbook, MIL-HDBK-881, 1998, EE.UU, 1998.

## ENLACES EN LINEA

Imágenes de Mall Aventura en Arequipa:

<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=637037>

Especificaciones técnicas de losas prefabricadas tipo Prelosa:

<http://www.preinco.com/elementos-estructurales-prelosas.htm>

Especificaciones técnicas de Losa Colaborante

<http://www.acero-deck.com/>

## DIAPOSITIVAS

Marchand P., Como utilizar eficientemente la Oficina de Manejo de Proyectos, de modo que facilite el éxito del proyecto y de la organización, Mapfre Puerto Rico

Brioso X., Gerencia de Proyectos: Caso Español (Dirección integrada de proyectos),  
PUCP







## INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los últimos años en el país se ha abierto un nuevo mercado en el sector construcción; el llamado sector Retail o de tiendas comerciales por departamento y centros comerciales formato Mall; el cual ha generado una necesidad de equipos profesionales que puedan llevar a cabo la construcción responsable y en los plazos exigentes que demanda este tipo de obras..

Debido a esta necesidad, determinamos el objetivo de esta tesis, el cual es dar una alternativa de gestión de obra enfocada principalmente en la productividad de las actividades. Esto a través del planeamiento y control de la construcción del proyecto de centro comercial en la ciudad de Arequipa. Los sistemas de gestión involucran aspectos de seguridad ocupacional y calidad, que serán tocados en esta tesis de manera general, debido a la amplitud de los temas.

Dentro de este rubro cabe resaltar la necesidad apremiante de experiencia de gestión de obra en este tipo de edificaciones, la cual todavía se encuentra en etapas de desarrollo e implementación con conocimientos provenientes de países vecinos.

La tesis se enfocará en la gestión de la construcción de obras civiles de concreto armado, de dos edificaciones dentro del centro comercial, las cuales son: TIENDA ANCLA 2 y TIENDA HOGAR. El plazo de construcción de las 2 estructuras es de 6 meses, incluyendo el muro de contención perimetral de la TIENDA HOGAR.

Dentro del planteamiento de gestión de obra propuesto podemos notar 2 etapas importantes: el Planeamiento de actividades, según la estructura desintegrada de trabajo y la Construcción usando de LookAhead Planning y control de productividad.

Contemplando ambos bloques, la estructura de la tesis es la siguiente:

### **Memoria descriptiva y descripción del proyecto.**

Descripción general del Mall y enfoque en los 2 edificios de estudio.

### **Metrados, análisis de precios y presupuesto**

Metrados, análisis de precios obtenidos del proyecto Mall adecuados a la ciudad de Arequipa, cálculo de ratios de construcción por m<sup>2</sup> de área construida y de metrado por m<sup>3</sup>, útil en la construcción.

### **Planeamiento general, cronogramas y curvas S**

Planeamiento general de obra, consecutivas de actividades, cronograma general de obra sectorizado, cronograma valorizado de obra, curva S, cálculo de valorizaciones mensuales, elaboración de calendarios de materiales (concreto, encofrado y acero) con histogramas y elaboración de calendario de mano de obra y curva S de mano de obra.

### **Control de obra usando Look ahead y control de productividad mediante índices.**

Uso de herramienta Look Ahead Planning, elaboración de planificación intermedia, análisis de restricciones, control del cumplimiento de actividades, control de productividad en obra, obtención y análisis del índice de productividad semanal.

### **Comparación de procesos constructivos en losas de techo:**

Comparativo de construcción de losas de techo con losas colaborantes vs. Losas armadas con sistema de pre-losas.

### **Conclusiones**

Conclusiones obtenidas de la alternativa de gestión de obra según los aspectos descritos anteriormente.

## INDICE

### PLAN INTEGRAL, CONTROL CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL MALL EN AREQUIPA

#### INTRODUCCION

#### 1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO INTEGRAL

##### 1.1. DESCRIPCION DEL TERRENO

##### 1.2. DESCRIPCION DEL PROYECTO INTEGRAL

##### 1.3. DESCRIPCION DE EDIFICIOS DE PROYECTO INTEGRAL

###### 1.3.1. TIENDAS ANCLA

###### 1.3.2. LOCALES COMERCIALES Y TIENDAS INTERMEDIAS

###### 1.3.3. SUPERMERCADO

###### 1.3.4. TIENDA HOGAR PATIO CONSTRUCTOR

###### 1.3.5. PATIO DE COMIDAS Y LOCALES DE COMIDA

###### 1.3.6. RESTAURANTES

###### 1.3.7. CINES

###### 1.3.8. JUEGOS

###### 1.3.9. ESCALERAS

###### 1.3.10. ESTACIONAMIENTOS

###### 1.3.11. CERCO PERIMETRAL

###### 1.3.12. SERVICIOS HIGIENICOS

###### 1.3.13. ZONA ADMINISTRATIVA

##### 1.4. CARACTERÍSTICAS DE EDIFICIOS DE ESTUDIO

###### 1.4.1. ESPECIFICACIONES ESTRUCTURALES

##### 1.5. ESPECIFICACIONES DE TRABAJOS

###### 1.5.1. TRAZADO Y LIMPIEZA

###### 1.5.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

###### 1.5.3. CONCRETO SIMPLE

###### 1.5.4. CONCRETO ARMADO

###### 1.5.5. ESTRUCTURAS METÁLICAS

###### 1.5.6. OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES

##### 1.6. CONCLUSIONES

- 2. PRESUPUESTO DE OBRA**
  - 2.1. METRADO, ANÁLISIS DE PRECIOS, PRESUPUESTO DE OBRA Y RATIOS**
  - 2.2. COSTO DE MANO DE OBRA EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**
    - 2.2.1. COSTO DE MANO DE OBRA**
    - 2.2.2. COSTO DE EQUIPOS**
    - 2.2.3. COSTOS INDIRECTOS**
    - 2.2.4. GASTOS GENERALES**
    - 2.2.5. UTILIDAD**
- 3. PLANEAMIENTO**
  - 3.1. ESTRUCTURA DESINTEGRADA DE TRABAJO WBS**
  - 3.2. PLAN DE TRABAJO**
  - 3.3. PLAN DE PROYECTO**
  - 3.4. PLAN DE CONTRATOS**
  - 3.5. PLAN LOGÍSTICO**
  - 3.6. PLAN DE ANÁLISIS DE PRECIOS**
  - 3.7. PLAN DE INGENIERIA DE DETALLE**
  - 3.8. PLAN DE DOCUMENTACIÓN**
  - 3.9. PLAN DE GESTION DE CALIDAD**
  - 3.10. PLAN DE GESTION DE RECURSOS HUMANOS**
  - 3.11. ESTRUCTURA DESINTEGRADA DE TRABAJOS PRELIMINARES**
  - 3.12. ESTRUCTURA DESINTEGRADA DE OBRAS PROVISIONALES**
  - 3.13. ESTRUCTURA DESINTEGRADA DE ESTRUCTURAS**
  - 3.14. HITOS**
  - 3.15. TREN DE TAREAS**
  - 3.16. DIAGRAMA GANTT**
  - 3.17. RUTA CRITICA**
  - 3.18. CURVA S**
  - 3.19. CALENDARIO DE MANO DE OBRA**
  - 3.20. VALORIZACIONES**
  - 3.21. CALENDARIOS DE MATERIALES**
  - 3.22. PLAN DE RESTRICCIONES**
    - 3.22.1. RESTRICCIONES DEL MES No.1**
    - 3.22.2. RESTRICCIONES DEL MES No.2**
    - 3.22.3. RESTRICCIONES DEL MES No.3**

- 3.22.4. RESTRICCIONES DEL MES No.4
- 3.22.5. RESTRICCIONES DEL MES No.5
- 3.22.6. RESTRICCIONES DEL MES No.6
- 3.22.7. RESTRICCIONES DEL MES No.7
- 3.22.8. RESTRICCIONES DEL MES No.8
- 4. CONTROL Y SUPERVISION DE PRODUCTIVIDAD
  - 4.1. ANTICIPO (LOOK AHEAD)
    - 4.1.1. ULTIMO PLANIFICADOR
    - 4.1.2. PLANIFICACION MAESTRA
    - 4.1.3. PLANIFICACION INTERMEDIA
    - 4.1.4. ANÁLISIS DE LIBERACION DE RESTRICCIONES
    - 4.1.5. PLAN DE TRABAJO SEMANAL
    - 4.1.6. PORCENTAJE DE ASIGNACIONES COMPLETADAS
    - 4.1.7. TRAZABILIDAD SEMANAL DE PORCENTAJE DE ASIGNACIONES COMPLETADAS
  - 4.2. CARACTERISTICAS DE PLANIFICACION INTERMEDIA
  - 4.3. PROGRAMACIONES SEMANALES
  - 4.4. PROGRAMACION LINEAL DE TRENES DE TRABAJO
  - 4.5. CONTROL DE RENDIMIENTOS Y PRODUCTIVIDAD
    - 4.5.1. HORAS HOMBRE ASIGNADAS A LA TAREA
    - 4.5.2. PRODUCCION REAL
    - 4.5.3. INDICE SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD
  - 4.6. CONTROL DE CALIDAD
    - 4.6.1. CONTROL DE CALIDAD DE RECURSOS HUMANOS
    - 4.6.2. CONTROL DE CALIDAD DE CULTURA
    - 4.6.3. CONTROL DE CALIDAD DE METODOS
    - 4.6.4. CONTROL DE CALIDAD DE ORGANIZACION
    - 4.6.5. CONTROL DE CALIDAD DE CUENTAS
    - 4.6.6. CONTROL DE CALIDAD DE PLANEAMIENTO
    - 4.6.7. CONTROL DE CALIDAD DE INFORMACION
- 5. COMPARACION DE METODOS CONSTRUCTIVOS
  - 5.1. COMPARACION ENTRE LOSA COLABORANTE Y PRE LOSA
- 6. BIBLIOGRAFÍA
- 7. ANEXOS

## 1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO INTEGRAL

El proyecto es conocido con el nombre: Mega-Centro Comercial Mall en Arequipa, ubicado en el cuadrante encerrado entre las avenidas Porongoche y Circunvalación.



Imagen 1. Perspectiva de Centro Comercial Mall

### 1.1. DESCRIPCION DEL TERRENO

El terreno del Centro Comercial tiene área de 102,956 m<sup>2</sup> y perímetro de 1,338 ml., con un área construida de 73,572 m<sup>2</sup>.

La topografía es plana en sentido norte-sur, y con desnivel de 13 metros en sentido este-oeste, entre la Av. Porongoche y la Av. Circunvalación.



Imagen 2. Fotografía aérea de terreno

## PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

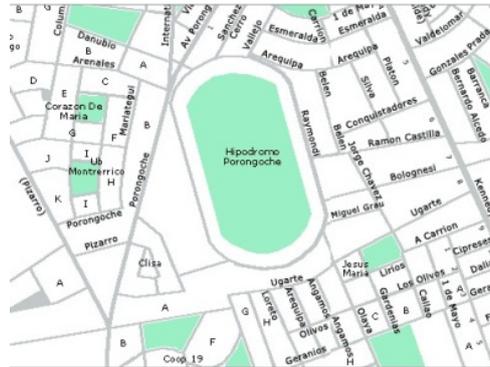


Imagen 3 Plano de ubicación de terreno

## 1.2. DESCRIPCION DEL PROYECTO INTEGRAL

El **gráfico 1** en páginas siguientes muestra la conformación de edificios y el alcance de este estudio.

Este ha sido concebido en forma longitudinal, estando el frente principal hacia la avenida Porongoche. La edificación es continua y cerrada, con volúmenes que sobresalen y cuyo planteamiento está en dos niveles, donde tiendas están interrelacionadas mediante una galería longitudinal en cada piso; el diseño plantea dos circulaciones verticales ubicadas estratégicamente en ambos extremos de la galería comercial para lograr un circuito ágil, ameno y seguro, con facilidad de accesos y salidas para el visitante. Asimismo contempla cuatro plataformas de estacionamiento: una en el sótano, a nivel de la Tienda Hogar, otras dos en el primer nivel de la edificación hacia los ingresos principales en la Av. Porongoche y la restante, en la parte posterior de la edificación hacia el ingreso de la Av. Circunvalación, también hay ingresos peatonales y vehiculares en cada frente del Centro Comercial.

En los extremos del Centro Comercial se ubican dos volúmenes de dos pisos cada uno, denominados “Tiendas Ancla”. Estos contienen entre sí una galería en el primer nivel donde se encuentran diversos locales comerciales y los ingresos hacia las grandes tiendas. En el segundo nivel, en un extremo se ubica una tienda intermedia y en el otro extremo se ubica el “Patio de comidas”, que ha sido concebido en forma circular, rodeado con locales de comida, restaurantes, y salida hacia la avenida Circunvalación.

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

En el nivel de sótano, el proyecto contempla la ubicación de una gran tienda comercial denominada "Tienda Hogar – Patio Constructor", con acceso directo desde el exterior, mientras que en el primer nivel se ubican tres grandes tiendas comerciales denominadas "Tienda Ancla 1", "Tienda Ancla 2" y "Supermercado", con acceso directo desde el exterior a través de estacionamientos y desde el interior a través de la galería comercial. Todas las grandes tiendas cuentan con acceso de abastecimiento y con andenes en la zona posterior.

Los denominados "locales financieros" y "restaurantes" están ubicados en el primer nivel y en el frente de la edificación, con acceso directo desde los estacionamientos. El núcleo gastronómico del Centro Comercial, está ubicado en un extremo del segundo nivel de la edificación, alberga al "Patio de comidas", y distribuye mediante un acceso interior hacia los juegos y hacia los cines del tercer nivel. Cuenta, además, con un corredor de servicios hacia locales de comida y de abastecimiento de locales comerciales.

Existen siete escaleras mecánicas, un ascensor panorámico central y un montacargas que darán fácil tránsito a los visitantes, mas rampas vehiculares.

El conjunto de elementos que se utilizan en construcción, es una combinación de materiales contemporáneos nacionales e importados.

### 1.3. DESCRIPCION DE EDIFICIOS DE PROYECTO INTEGRAL

#### 1.3.1. TIENDAS ANCLA

Son dos unidades:

Tienda Ancla 1.- Con área aproximada de 3,780 m<sup>2</sup> en el primer nivel y de 3,430 m<sup>2</sup> en el segundo nivel. Con esto, logrará un área total aproximada de 7,210 m<sup>2</sup>.

Tienda Ancla 2.- Es uno de los edificios escogidos para este estudio, cuya arquitectura se muestra en los planos del **anexo 1**, con área aproximada de 3,480 m<sup>2</sup> en el primer nivel y de 3,140 m<sup>2</sup> en el segundo nivel, logrando un área total aproximada de 6,620 m<sup>2</sup>

Ambas tiendas están estructuradas en el primer y segundo nivel con pilares de concreto armado, vigas de concreto y losas prefabricadas.

El patio de maniobras es exclusivo para cada tienda, con rampa y escalera peatonal para transporte de mercadería.

En las plantas de estas tiendas se ubican 3 escaleras de escape que sirven a los dos niveles de tienda. Por ubicación estratégica, sólo la escalera que se encuentra en la torre de servicio tiene acceso a la azotea y cubierta de la tienda.

Una escalera mecánica central ubicada en el primer nivel completa la circulación vertical de las tiendas.

Los servicios higiénicos de estas tiendas, tanto de personal como de público, se construyen por cuenta del locatario. En los planos se insinúa la ubicación de estos núcleos, pero queda claro que la existencia de éstos, ubicación definitiva y número de aparatos, están sujetos a los resultados del diseño interior de la tienda y a lo indicado en la normativa para estos casos.

### 1.3.2. LOCALES COMERCIALES Y TIENDAS INTERMEDIAS

Los Locales Comerciales de Mall están estructurados con tabiques Drywall resistente a fuego (RF) o regular (RG) por ambas caras, con estructura metálica secundaria propia del sistema y una cubierta impermeabilizada. Algunos sectores de las fachadas contemplan parasoles (elementos horizontales). Los pisos quedan a menos 5 cm del Nivel de Piso Terminado (NPT) para que, tanto el falso piso como el piso, sean considerados por el locatario.

### 1.3.3. SUPERMERCADO

La tienda tiene área aproximada de 10,000 m<sup>2</sup> en un solo nivel y estará estructurada en base a pilares y vigas de concreto armado, con losa colaborante.

Los pisos de sala de ventas son de porcelanato y los de la bodega son losa de concreto con endurecedor superficial.

Los servicios higiénicos de esta tienda, tanto de personal como de público usuario, son construidos por cuenta del locatario. En los planos se observa la ubicación de estos núcleos, pero queda claro que la distribución definitiva y número de aparatos, está sujeto a resultados del diseño interior de la tienda y a lo indicado en la normativa para estos casos.

### 1.3.4. TIENDA HOGAR-PATIO CONSTRUCTOR

La arquitectura de esta tienda está en el **anexo 1**, con área aproximada de 11,665 m<sup>2</sup>, repartido entre la sala de ventas, el patio constructor y la zona de botánica. Está estructurada en base a pilares y vigas de concreto armado con losa prefabricada de concreto.

Los pisos de sala de ventas son losas de concreto con endurecedor superficial, mientras que en el patio constructor son losas de concreto sobre base granular.

Los servicios higiénicos de esta tienda, tanto de personal como de público usuario, son construidos por cuenta del locatario. En los planos se observa la ubicación de estos núcleos, pero queda claro que la distribución definitiva y número de aparatos, están sujetos a resultados de diseño interior de la tienda y a lo indicado en la normativa para estos casos.

### **1.3.5. PATIO DE COMIDAS Y LOCALES DE COMIDA**

Se ubican en el segundo nivel, orientados hacia el sur de la edificación, para evitar los vientos predominantes que se generan en la tarde de poniente a oriente. Están estructurados en base a pilares y vigas de concreto con losa maciza. Estos locales tienen posibilidad de tener un nivel hacia el corredor exterior y un altillo. Los pisos en falso piso para ser considerado por el locatario.

Cuenta también con mampara de vidrio templado que sirve para definir el cerramiento del patio de comidas, dando a su vez, amplitud por la transparencia de este elemento.

Los locales ubicados en forma perimetral dentro de este Patio de Comidas tienen todo su frente abierto a fin de invitar al consumo y llevan en la parte posterior un corredor de servicio.

### **1.3.6. RESTAURANTES**

Están estructurados con tabiques de placas de yeso resistentes al fuego en ambas caras, con estructura metálica secundaria, cubierta de membrana asfáltica y con claraboyas para iluminación natural y evacuación de humos.

Las terrazas de mesas sueltas están ubicadas en la parte frontal de estos locales. Los servicios higiénicos de estas tiendas, tanto de personal como de público, son construidos por cuenta del locatario. En los planos se observa la ubicación de estos núcleos, pero queda claro que la distribución definitiva y número de aparatos, están sujetos a resultados de diseño interior de la tienda y a lo indicado en la normativa para estos casos.

### **1.3.7. CINES**

La zona se ubica sobre el patio de comidas en un tercer nivel y está estructurada con pilares y vigas de concreto y losa colaborante. Los cielos, paredes y piso son revestidos con el tratamiento que la acústica requiera.

### **1.3.8. JUEGOS**

Esta zona se ubica al lado del patio de comidas y está estructurada en base a pilares de concreto y vigas con estructura metálica secundaria para recibir cubierta de membrana asfáltica. Los pisos quedan a menos 5cm del NPT para que, tanto el falso piso como el piso, sean considerados por el locatario.

### **1.3.9. ESCALERAS**

El proyecto contempla la ubicación de escaleras en lugares estratégicos. Toda escalera que sobrepase los 2.40 metros de ancho, tanto de evacuación como de circulación, llevan un pasamanos intermedio de acuerdo al RNE.

### **1.3.10. ESTACIONAMIENTOS**

Los estacionamientos se ejecutan en carpeta asfáltica (asfalto en frío) de espesor 2", sobre base granular.

Para el cálculo de estacionamientos se ha tomado en cuenta la normativa y en base al número de personas o aforo del MALL acorde al área útil de ventas.

### **1.3.11. CERCO PERIMETRAL E INGRESOS**

El cerramiento perimetral es de cerco metálico y cuenta con puertas de ingreso peatonal y vehicular, de acuerdo a lo indicado en el proyecto. El diseño plantea un paradero para

taxis y buses en la Av. Porongoche, tres ingresos vehiculares y peatonales: dos por la Av. Porongoche y uno por la Av. Circunvalación. Estos ingresos y sus ubicaciones estratégicas, ayudan a ordenar el flujo vehicular y peatonal hacia el Mall.

Para salvar la distancia que separa a la Av. Porongoche del ingreso a las galerías, se ha previsto la ubicación de zonas receptoras y de cobijo (techados sol y sombra, banquetas, farolas, etc.) para aquellas personas que llegan peatonalmente al proyecto.

Todas las áreas exteriores y edificaciones cumplen con las condiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### **1.3.12. SERVICIOS HIGIÉNICOS**

Existen núcleos de servicios higiénicos con la dotación exigida por la norma y que están ubicados de acuerdo a la distancia reglamentaria. Dos de estos servicios son núcleos centrales con ingreso desde una rotonda o semi-rotonda y brindan servicios complementarios de lactancia y “baño familiar” destinado exclusivamente para niños. En el espacio de acceso hacia estos servicios, se ubican los cajeros automáticos y teléfonos públicos, mientras que en los corredores de acceso se ubican las cajas dispensadoras de bebidas, galletas y chocolates.

El núcleo de servicios higiénicos para personal del mall y empleados de tiendas contempla baños, duchas y casilleros, y se ubica en el nivel +3.00 contiguo al núcleo de servicios higiénicos para público en general, al que se accede desde la Plaza 1.

Para el cálculo de núcleos y aparatos sanitarios se ha tenido en cuenta la normativa en base al área útil.

### **1.3.13. ZONA ADMINISTRATIVA**

En la parte posterior de la edificación se ubica el edificio administrativo de dos pisos de altura. Dentro del mismo se ubican los servicios del Mall, tales como oficinas administrativas, comedor, enfermería, además de ambientes de almacenamiento de basura seca, húmeda y cartones. La descarga de esta zona se realiza a nivel de vías exteriores.

## 1.4. CARACTERISTICAS DE EDIFICIOS DE ESTUDIO

### 1.4.1. ESPECIFICACIONES ESTRUCTURALES

Los edificios, cuyos planos estructurales están en el **anexo 2**, están apoyados sobre cimientos corridos y zapatas aisladas, situados sobre arenas finas y gravosas no agresivas por sulfatos ni cloruros, con presiones admisibles de cimentación de 2 kg/cm<sup>2</sup> para la tienda hogar y 1.5 kg/cm<sup>2</sup> para la tienda ancla, asentamientos máximos permisibles de 2.5 cm. Las sobrecargas de diseño son de 500 kg/m<sup>2</sup> en pisos típicos, 250 kg/m<sup>2</sup> en estacionamientos, y 200 kg/m<sup>2</sup> en azoteas.

Los edificios están ubicados en zona sísmica tipo 3, con factor de zona  $Z=0.4$ , tienen categoría de edificaciones importantes "B", con factor de uso  $U=1.3$ , el tipo de suelo es S2, con periodo límite de plataforma de espectro  $T_p=0.6$  y parámetro de suelo  $S=1.2$ , además tienen coeficientes de reducción sísmica  $R=5.25$ . El edificio de tienda hogar, tiene periodo fundamental estructural  $T=0.137$  s, desplazamientos máximos totales en su último nivel de 1 cm, y desplazamiento relativos de entrepiso 0.08%; El edificio de tienda ancla tiene periodo fundamental estructural  $T=0.244$  s, desplazamientos máximos totales en su último nivel de 3.5 cm, y desplazamiento relativos de entrepiso 0.4%.

El concreto armado está constituido por tipos de cemento 1, IP o IPM; las resistencias a compresión son de 80 kg/cm<sup>2</sup> en solados, subcimientos corridos, sub-zapatas, cimientos corridos y sobre-cimientos de tabiques, 175 kg/cm<sup>2</sup> en columnas de amarre de tabiques de albañilería, 210 kg/cm<sup>2</sup> en zapatas, vigas de cimentación y losas de piso sobre terreno, 245 kg/cm<sup>2</sup> en cisternas, muros perimetrales sin anclaje en sótano, losas de techo, escaleras, vigas, columnas y muros, 320 kg/cm<sup>2</sup> en muros perimetrales con anclaje en sótano, y 350 kg/cm<sup>2</sup> en columnas.

La albañilería será de arcilla tipo King Kong industrial con  $f'm=65$  kg/cm<sup>2</sup>, o será de bloques de concreto tipo P con  $f'm=74$  kg/cm<sup>2</sup>; El mortero de albañilería será de proporción cemento arena 1.5.

Las estructuras metálicas generalmente serán de acero ASTM A36, con uniones de soldadura de electrodo con serie E70 y uniones de pernos grado % o ASTM A325.

## 1.5. ESPECIFICACIONES DE TRABAJOS

### 1.5.1. TRAZADO Y LIMPIEZA

Limpieza del terreno. Antes de trazar, el terreno debe estar completamente limpio de material de desmonte y parejo.

Trazado y replanteo. El planteamiento de los ejes y niveles se hace de acuerdo a todos los planos de plantas y cortes a escala indicada.

### 1.5.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Excavación de zanjas para zapatas, cimientos, ductos de ventilación, instalaciones eléctricas y sanitarias. A partir del nivel inferior de los falsos pisos contiguos hasta el nivel inferior de los falsos cimientos y sub-zapatas indicados en los Planos de Estructuras o de acuerdo a los niveles indicados en los planos de instalaciones eléctricas y sanitarias.

Compactación para sub-zapatas, cimientos de placas y muros de contención, cimientos corridos y vigas de cimentación. Todos los rellenos y compactaciones generalmente son hechos con material propio compactado en capas de 30 cm. al 95 % del ensayo proctor modificado

Compactación para falsos pisos.

Rellenos de restitución. Rellenos para alcanzar el nivel indicado en los planos.

Eliminación del excedente de excavación. Acarreándolo hasta lugares permitidos por las autoridades municipales.

Eliminación de escombros de obra. Es el resultante del proceso de construcción y se eliminan periódicamente de modo que la obra esté siempre limpia, llevándolos a lugares autorizados.

### 1.5.3. CONCRETO SIMPLE

Calzaduras, falsos cimientos, sub-zapatatas, cimientos corridos, sobre-cimientos, solados y falsos pisos. Las resistencias a compresión son de 80 kg/cm<sup>2</sup> y solamente en caso de calzaduras, sub-zapatatas y sub-cimientos corridos se incluye 30% de piedra grande.

Losa de piso. Las resistencias a la compresión son de 210 kg/cm<sup>2</sup> en la tienda ancla, 280 kg/cm<sup>2</sup> con fibra metálica en el patio constructor de la tienda hogar, y 210 kg/cm<sup>2</sup> en sala de ventas de la tienda hogar.

### 1.5.4. CONCRETO ARMADO

Las barras de acero de refuerzo son de resistencia a la fluencia  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup> del tipo ASTM A615 (grado 60) y tipos de cemento 1, IP o IPM.

Zapatatas. Las resistencias a la compresión es 210 kg/cm<sup>2</sup> y se vaciaran sobre solados de 5 cm. de espesor o sobre falsas zapatas y no tiene encofrado externo.

Vigas de cimentación. Las resistencias a la compresión es 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Columnas y Placas. Las resistencias a la compresión es 245 kg/cm<sup>2</sup> para la tienda ancla, de 320 kg/cm<sup>2</sup> para columnas externas del muro de contención, y de 245 kg/cm<sup>2</sup> para columnas internas de la tienda hogar.

Vigas. Las resistencias a compresión es 245 kg/cm<sup>2</sup>. Las caras podrán ser desencofradas a los 7 días de vaciado, y el fondo a 28 días de vaciado.

Losas de concreto armado. En losas macizas, losas colaborantes y sistemas prefabricados tipo Pre Losa se usa concreto con resistencia a compresión de 245 kg/cm<sup>2</sup>.

En losas macizas el encofrado es retirado a 28 días de vaciado, y todos los tipos de losas son apuntaladas durante 28 días.

Columnas y vigas de amarre. La resistencia a compresión es 245 kg/cm<sup>2</sup>.

### 1.5.5. ESTRUCTURAS METALICAS

Comprendidas por escaleras y vigas de losas colaborantes, generalmente son de acero ASTM A36, con uniones de soldadura de electrodo con serie E70 y uniones de pernos grado 8 ASTM A325.

### 1.5.6. OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES

La distribución inicial de procesos constructivos preliminares y obras complementarias de campamento de obra mostrado en el **gráfico 2** está conformado por:

1. Oficinas técnico-administrativas.- Ubicadas en un predio alquilado situado frente al ingreso oeste del mall.
2. Comedores.- Ubicados entre las oficinas técnico-administrativas y entrada norte del mall.
3. Almacén.- Ubicado al norte de las oficinas técnico-administrativas.
4. Estacionamiento de equipos, camiones y proveedores.- Ubicado entre el almacén y el supermercado.
5. Área de fabricación de pre-losas.- Esta en la entrada norte del mall
6. Lugar de acopio de material propio de relleno.-Donde las propiedades de suelos son mejoradas
7. Zona de acopio y mantenimiento de encofrados.- Lugar de habilitación.
8. Zona de habilitación de acero, Zona de doblado, armado y tejido de barras y estribos
9. Vestidores y Guardarropa.- Para personal operativo
10. Planta concretera.- Está ubicada en los estacionamientos de la Tienda Hogar (nivel -9.00m).

TG1. La Grúa torre.- estará ubicada en medio de la Tienda Ancla

TG2. La Grúa auto-montante se ubicara en un extremo de la Tienda Hogar

N, E, O. Los accesos a la obra serán 3 y se ubicaran en el norte, este y oeste del terreno del mall.

## 1.6. CONCLUSIONES

Se presenta una alternativa para el planeamiento integral, control y análisis de lo técnico inicial a la ejecución de un centro comercial en la ciudad de Arequipa, abarcando lo siguiente:

-Planeamiento de obra.- Se plantea una alternativa para llevar a cabo la obra a través de herramientas de ingeniería, desde el estudio del proyecto hasta planificación de obra.

-Control.- Se emplea la herramienta de trabajo Look Ahead Planning y Análisis de Restricciones para el correcto planeamiento y seguimiento de obra.

-Constructabilidad.- Es la capacidad de un proyecto para ser construido por personal experimentado con las siguientes prioridades y necesidades constructivas:

El encofrado y desencofrado de columnas, muros, losas prefabricadas y vigas hasta 9 metros de altura ubicados en la Tienda Hogar son vaciados en una sola fase, requiriendo uso de equipos grúa torre, grúa auto-montante y grúa móvil telescópica; además las columnas y muros de 6 metros de altura ubicados en la Tienda Ancla son encofrados y desencofrados con ayuda de equipos de grúa torre y elevadores telescópicos compactos. La habilitación de fierro en las columnas de 9 metros de altura es armada en pie de obra y se iza el armazón completo mediante la grúa auto-montante; Por otro lado en las columnas de 6 metros de altura se iza mediante la torre grúa y elevador telescópico compacto.

Entre las prioridades de obra están:

La diferencia de niveles entre terreno, obras adyacentes, tienda ancla y tienda hogar originan la prioridad de construir muros de contención de alturas de 9 metros entre la tienda y tienda hogar, y de 6 metros entre la tienda ancla y el resto del mall.

La construcción de columnas, vigas y losas en la zona compartida entre tienda ancla y tienda hogar debe anticipar la construcción del resto de columnas vecinas del mall, para poder coordinar fechas de las actividades comprometidas, especialmente vaciado de concreto.

El tipo de contrato de obra es denominado A Suma Alzada, sin reajustes, con adicionales y deductivos considerados solamente por modificación de proyecto, obligando a cumplir con la ejecución de obra bajo límites de presupuesto y cronograma definidos rígidamente en el contrato. El sistema de trabajo es organizado en dos frentes o grupos simultáneos, un frente dirigido a la ejecución de la tienda ancla, y el otro dirigido a la tienda hogar.

## 2. PRESUPUESTO DE OBRA

### 2.1. METRADO, ANÁLISIS DE PRECIOS, PRESUPUESTO DE OBRA Y RATIOS.

El estado del arte de los presupuestos de obra están compuestos de 5 valores: Costo directo, Costo indirecto, Gastos Generales, Impuestos y Utilidades.

Existen dos parámetros usados para la comparación del costo directo, un costo teórico impuesto por el contratista general como meta de su actividad, y otro costo resultante operativo de construcción de materiales con recursos humanos y maquinaria.

La comparación entre dichos costos meta y resultante controla que partidas incurren en gasto.

Los metrados detallados están en el **Anexo No. 3** y son elaborados por el contratista constructor en la etapa de licitación. Debido a variaciones durante la construcción de proyectos de retail, se generan adicionales y modificaciones del alcance de obligaciones del contratista constructor, modificando el presupuesto contractual, deduciendo y adicionando partidas y metrados. Dichas modificaciones están condicionadas a los alcances originales del proyecto, que debido al tipo de contrato por Suma Alzada no debería cambiar, pero efectivamente cambia. **La Tabla 1.a** muestra el ejemplo de una planilla de metrados de acero.

Los análisis de precios unitarios (APU) definen el presupuesto de licitación y son formulados según su objetivo dentro de un rango de precio aceptable. **La Tabla 1.b** muestra un ejemplo de APU de cimentación de concreto armado.

**La Tabla No. 1.c** muestra el presupuesto de la construcción estructural de los 2 edificios de este estudio, Tienda Ancla y Tienda Hogar, incluyendo costos de movilización, obras provisionales, obras preliminares, gastos generales y utilidad. En la zona derecha del presupuesto, mostramos los ratios de las principales partidas por m<sup>2</sup> de área construida; y los ratios de las partidas estructurales por m<sup>3</sup> de concreto

Los ratios por m<sup>2</sup> de área construida son útiles en la etapa de licitación, y sirven de referencia para licitaciones futuras. Esta información retro-alimenta la base de datos de la empresa para próximas

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

licitaciones del mismo tipo, para agilizar la trasmisión de información o antecedentes de otros proyectos, para verificar estimaciones e identificar anomalías de proyectos ajenos.

Los ratios por m<sup>3</sup> de concreto son útiles para estimar rápidamente pesos de acero y áreas de encofrado en diversos elementos cuando no disponemos de tiempo ni medios suficientes para obtener metrados exactos en obra. Por esto, teniendo el volumen de concreto en tipos de elemento podemos elaborar pedidos cercanos a la realidad de materiales para encofrados y acero.



## COSTO DE MANO DE OBRA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

### 2.1.1. COSTO DE MANO DE OBRA

La **Tabla 2** muestra la escala de honorarios de trabajadores de construcción al 31 de Agosto de 2010, que constan de los siguientes haberes:

- Remuneración básica,
- Remuneración por vacaciones anuales,
- Derecho a jornal dominical,
- Bonificación por escolaridad,
- Bonificación unificada en construcción (BUC),
- Bonificación por movilidad
- Descuento por jubilación en Oficina Nacional de Pensiones (ONP) o Administrador de Fondo de Pensiones (AFP).
- Descuento por beneficios sociales de recreación Conafovicer,
- Descuento por afiliación sindical,
- Aporte en Seguro de Salud Essalud,
- Gratificación por fiestas patrias y navidad,
- Liquidación de beneficios debido compensación por tiempos de servicios,
- Seguro contra todo riesgo SCTR.

Detalle	Costo Hora Hombre (Soles)
Peón	9.80
Oficial	10.85
Operario	11.12
Capataz	16.39

Tabla 2. Resumen de honorarios de personal productivo  
Fuente: Revista Informativo Caballero Bustamante, Primera quincena 2012

El detalle de honorarios bajo régimen de construcción civil es mostrado en la **Tabla No. 3** de la página siguiente, donde existen 3 categorías de operarios y 2 de capataces adicionales al Decreto Legislativo No. 727 de fecha 12/11/1991..

### 2.1.2. COSTOS DE EQUIPOS

Los precios contractuales de hora de uso de maquinaria usualmente consideran cubrir gastos de vida útil, gastos administrativos y rentabilidad. En nuestro medio es común estimar la vida útil de una máquina de construcción en 10,000 horas de trabajo, cantidad cubierta en 5 años con 2,000 horas anuales repartidas en un ritmo de jornal normal de 8 horas diarias. Los gastos de vida útil consideran todos los costos generales de adquisición, reposición y depreciación, pero no consideran los otros costos residuales como la segunda venta.

Particularmente en este estudio, la sub-contratación de los precios meta de equipos mayores y menores no incluyen costos de horas de operador, mantenimiento, lubricantes ni repuestos desgastados; Pero en otros tipos de tercerización existen todas las variaciones posibles de cada recurso y costo relacionado a precios de equipos, por ejemplo en el alquiler de torres grúa, el precio de subcontrato de alquiler no incluyen movilización, montaje, ni desmontaje.

Los gastos administrativos consideran logística y capacitación técnica.

Equipos	Unidad	Precio (Soles)
Torre grúa	Mes	24000
Grúa auto-montante	Mes	20000
Manipulador compacto	Hora	97
Cargador frontal	Hora	140
Retroexcavadora	Hora	130
Volquete con capacidad de 15m <sup>3</sup>	Hora	100
Generador eléctrico 20kW	Hora	20
Torre de iluminación	Hora	40
Rodillo compactador	Hora	80
Motoniveladora	Hora	140
Mini-cargador	Hora	80
Bomba estacionaria	m <sup>3</sup>	24
Bomba telescópica	m <sup>3</sup>	30
Apisonadora	Hora	15

Tabla 4. Precios de alquiler de equipo

### 2.1.3. COSTOS INDIRECTOS

Son costos colaterales, difíciles de calcular y definir dentro de unidades de gastos generales o costos directos, pero intrínsecos a ellos, cuyos componentes podrían ser clasificados en 2 tipos:

Costos indirectos fijos.- debidos a la superficie ocupada, repercusión en impuestos, piezas de refacción, demoras, tiempos ociosos y cambios en ritmos de producción.

Costos indirectos variables.- debidos a sobre-costos de gerencia, viajes de investigación, relevos, capacitación o entrenamiento de personal, tiempo de compensación frente a pérdidas o atrasos, volumen de trabajo en curso, cargos de operación después de depreciación, maniobras rechazadas o devoluciones de equipos.

### 2.1.4. GASTOS GENERALES

Son los gastos que no varían al variar la producción de obra y que se asume como un gasto fijo..

Estos costos incluyen planillas de profesionales, técnicos, asistentes, administradores, equipos menores, mobiliario, equipos de oficina y servicios provisionales. La **Tabla 5** muestra detalles de gastos generales en este estudio.

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO  
 COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

Descripción de directores	Unidad de contrato	Cantidad de personas
Residente de Obra	Mes	1
Asistentes de Residentes	Mes	8
Asistentes de Obra	Mes	16
Administrador de Obra	Mes	6
Logística	Mes	6
Secretaria	Mes	3

Descripción de técnicos	Unidad de contrato	Cantidad de personas
Maestro de Obra	Mes	8
Topógrafo	Mes	6
Dibujantes	Mes	3
Mecánica de Suelos	Mes	3
Jefe Equipo Mecánico	Mes	3
Almacenero	Mes	4
Guardianes de seguridad	Mes	8
Choferes	Mes	8
Ayudante Mecánico	Mes	3
Control Personal y Equipo	Mes	4
Ayudante Topografía	Mes	6
Jefe mejora continua de Experiencia y Capacidad	Mes	1
Ayudante de Almacén	Mes	4

Descripción de mobiliario	Unidad de contrato	Cantidad de objetos
Escritorios con sillas	Und	40
Tableros y bancos de dibujo	Und	6
Dispensadores de agua	Und	15
Mesa y sillas de computadora	Und	20

Descripción de servicios	Unidad de contrato	Cantidad
Consumo de agua potable	Mes	20
Energía eléctrica	Mes	20
Teléfono, Internet	Mes	6

Tabla 5. Lista de Gastos Generales en estudio

### **2.1.5. UTILIDAD**

La utilidad teórica inicial ofertada para este proyecto fue definida por el contratista en 12%, la cual es un promedio en este tipo de obras.

Asimismo si se generan deductivos mayores al 15% los gastos generales disminuirán a partir del monto excedente al 15%. Esto sucede cuando se retira alcances del contratista, o cuando el contratista tiene problemas para conseguir recursos solicitados (escaleras eléctricas, ascensores, equipamiento, acabados especiales, etc.), o no cumple con los hitos pactados. Es trabajo de la gerencia de proyectos evitar esta reducción de alcances y estas modificaciones excesivas.

### **2.1.6. PENALIDADES Y PREMIOS**

Si el contratista no cumplía con entregar un hito o terminar parte de la obra en el plazo contratado incurría en una penalidad acumulativa por día o fracción de día que dure el incumplimiento, según el siguiente detalle:

Hito 1 Inicio de trabajos de muro cortina del nivel 12.30 m. hacia arriba.

Hito 2 Entrega de caja de la primera tienda

Hito 3: Entrega de caja de ascensor de edificio

Hito 4 Entrega de caja de oficinas

Hito 5 Entrega de centro comercial operativo

Hito 6 Entrega de edificio de oficinas operativo

La aplicación de las penalidades era hasta un tope máximo equivalente al 10% del importe total del valor de obra. Y el contratista debía pagarlas en la siguiente prelación:

Item 1: De las valorizaciones pendientes de pago

Item 2: De las cartas fianzas de fiel cumplimiento

Item 3: De las cartas fianzas de garantía de calidad y correcta ejecución de la obra.

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

La aplicación de retenciones de valorizaciones fue dada por faltas de obligaciones laborales, sociales, previsionales, y en materia de seguridad y salud ocupacional.

### 2.1.7. GARANTIAS CONTRACTUALES

El contratista garantizó el fiel cumplimiento del contrato mediante la entrega de una carta fianza bancaria, solidaria, irrevocable, incondicionada y de realización automática, de ejecución inmediata emitida por una institución financiera de primer nivel por un monto equivalente al 5 % del valor del presupuesto de obra contratado. La referida carta fianza debió contar con una vigencia hasta de 90 (noventa) días adicionales a la fecha de suscripción del acta de recepción provisional de la Obra, debiendo ser renovada por el tiempo que fuera necesario hasta que el contratista cumpla con todas sus obligaciones contractuales.

El propietario devolvió el fondo de garantía y la carta fianza de fiel cumplimiento al contratista una vez firmada el Acta de Recepción Provisional de Obra sin observaciones, cuando el contratista retiró sus pertenencias del Inmueble dentro del plazo de cinco (5) días calendario contados desde la suscripción de dicha acta. Asimismo, de cada valorización el propietario retuvo un monto equivalente al cinco por ciento (5%) del valor de las mismas, para responder de los defectos que hubo que corregir luego de finalizada la Obra. Este Fondo de Garantía pudo ser sustituido por una Carta Fianza Bancaria por igual monto con las características de ser solidaria, irrevocable, incondicionada y de realización automática, de ejecución en Lima y vigente desde la firma del contrato hasta por el plazo de duración de la obra hasta la firma del Acta de Recepción Provisional.

El contratista garantizó el correcto uso y aplicación del Adelanto con la entrega de la Carta Fianza bancaria, solidaria, irrevocable incondicionada y de realización automática de ejecución inmediata en la ciudad de Lima, emitida por una institución financiera de primer nivel, por cierto monto, el cual debió mantenerse vigente hasta 30 (treinta) días posteriores a la amortización total del Adelanto.

Conforme se fueron realizando las valorizaciones por Avance de Obra donde se acreditó el uso y aplicación del Adelanto en la Obra, esta Carta Fianza pudo ser sustituida por otra Carta Fianza con las mismas características y condiciones pero por el monto del Adelanto pendiente de amortizar más el Impuesto General a las Ventas - IGV y así sucesivamente hasta que el Adelanto fue totalmente amortizado.

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

Después de firmada el Acta de Recepción Provisional de Obra sin Observaciones, el contratista entregó una Carta Fianza Bancaria de garantía por la calidad y correcta ejecución de la Obra equivalente al 5% (cinco por ciento) del Monto o Valor de las Obras; con las características de ser solidaria, irrevocable, incondicionada y de realización automática, de ejecución en Lima emitida por una institución financiera de primer nivel, la cual era para responder de los defectos que haya que corregir luego de finalizada la Obra. La referida Carta Fianza debió permanecer vigente por el plazo de 12 (doce) meses contados desde la firma del Acta de Recepción Provisional de Obra sin Observaciones.

El contratista declaró que en el supuesto que las Cartas Fianzas no fueran renovadas ni estuviesen a 10 (diez) días hábiles de su vencimiento, el propietario se encontraba autorizado a ejecutar las referidas Cartas Fianzas.



### 3. PLANEAMIENTO

#### 3.1. ESTRUCTURA DESINTEGRADA DE TRABAJO (EDT)

La Estructura Desintegrada de Trabajo o Estructura Desglosada de Trabajo es una descomposición orientada a simplificar los trabajos entregables para facilitar la organización en obra, y para que un proyecto sea controlado en sus técnicas, costos y calendarios, cuya integración, y flexibilidad acomoda los sistemas de dirección y reporte.

La base técnica requiere controles minuciosos de costos y calendarios, sin interferir en sus ciclos de procesos.

La estructura está compuesta de lo siguiente:

3.1.1. Cliente: Inversionista que contrata la ejecución de obras como este caso la compañía "Aventura". Otros términos comunes usados son comprador o adquiriente. El adquiriente podría ser el dueño, usuario, u organización operativa

3.1.2. Servicios entregables: cualquier servicio que es o será entregado al cliente por el abastecedor, como por ejemplo servicios de logística.

3.1.3. Productos facilitadores: cualquier objeto de un servicio que no forma parte del producto final, que deben ser alcanzados para obtener éxito en el proyecto

Nota: Ejemplos incluye implementos de medición y datos como planos, reportes, especificaciones y dibujos.

3.1.4. Servicios facilitadores: Actividades funcionales y procesos requeridos para producir, y si se da el caso, suministrar productos, como autorizados según acuerdo entre demandante y abastecedor, pero no son directamente entregados al demandante.

Nota: Ejemplos incluye planeamiento, medición de rendimiento, ingeniería de detalle, análisis de soporte logístico y optimización de riesgos.

3.1.5. Producto: Cualquier resultado o servicio entregable medible, tangible y con procedencia verificable,

3.1.6. Abastecedor Una organización o individuo que entra en un acuerdo con el cliente para la entrega de productos.

Nota: Un abastecedor puede ser interno o externo a la organización.

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

Nota: La definición de Producto incluye Servicios Entregables

- 3.1.7. Sistema de soporte: La organización de material, software, infraestructura, personal, data, procesos, y servicios requeridos para facilitar que la obra pueda alcanzar sus requisitos operativos.
- 3.1.8. Diccionario de Estructura Desintegrada de Trabajo. La colección de información soportadora que define cada elemento, incluyendo visión, actividades, productos y especificaciones.
- 3.1.9. Elemento de Estructura Desintegrada de Trabajo: Una discreta porción de una EDT

El propósito de la Estructura Desintegrada de Trabajo es dividir el proyecto en piezas de trabajo manejables, con los conceptos estándares del Instituto de Manejo de Proyectos (PMI).

Estructura desintegrada de trabajo (EDT) es una familia de descomposiciones jerárquicas orientadas a un producto, la cual es usada para planificar el desarrollo y producción de una obra. Una Estructura Desintegrada de Trabajo define y estructura todo lo del producto a ser desarrollado, producido, y entregado, relacionando los elementos de trabajo a cumplir todos los objetivos del proyecto.

La configuración de procesos permite controlar costos desglosados y de esta manera, comparar, imputar y retroalimentar los análisis de precios unitarios contractuales. Véase **gráfico No. 3** para el diagrama de la estructura desintegrada de trabajo de este proyecto.

### 3.2 PLAN DE PROYECTO

Definiremos el plan de proyecto en 9 pasos:

#### **Paso 1 Definiendo la intención del proyecto**

Es necesario, que la intención de este proyecto, este completamente determinada; ¿Cómo entonces puedes definir un nuevo trabajo cuando detalles específicos están continuamente y necesariamente perdidos? Aunque no existan respuestas absolutas, una de las herramientas más útiles disponibles para manejar proyectos es la Estructura Desintegrada de Trabajo (EDT). Sirviendo similarmente a una tabla de organización para ejecutivos, la EDT permite a manejadores de proyectos una nueva labor, definiendo y exhibiendo todo el trabajo asumido dentro del esqueleto y luego descomponer cada elemento entre paquetes de trabajo medibles.

#### **Entregables del paso 1**

- Diagrama EDT
- Diccionario EDT
- Código e Índice EDT
- Lista de proyectos Objetivos
- Lista de proyectos entregables
- Lista de especificaciones de proyecto.

#### **Paso 2 Determinar Quien Cumplirá El Trabajo Definido**

Una de las partes más importantes de cualquier proyecto es determinar quien cumplirá el trabajo definido. Trabajadores experimentados generalmente trabajan mejor y más rápido que gente sin experiencia, pero ellos cuestan más. En muchos proyectos, de alguna forma, una fuerza de trabajo experimentada representa una buena inversión. En casos donde la propia organización de equipos de proyecto careciera de experiencia en ciertas áreas, el equipo debe emplear otra organización o individuo para elaborar las tareas.

#### **Entregables del paso 2**

Matriz de asignación de responsabilidades

Lista de requisito de materiales

## PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

### **Paso 3: Plan y Agenda Definida de Trabajo**

La agenda refleja la intención autorizada y el intervalo de tiempo. La agenda del proyecto es vital porque ella refleja hitos o línea base de valor planificado que todos podemos seguir. Un simple Gantt o cuadro de barras es suficiente para exhibir un acercamiento.

En proyectos más complejos, problemas y restricciones entre trabajos podrían ser aislados para mostrar cuales tareas están entorpeciendo otros trabajos. Típicamente organizaciones emplean la Metodología de Ruta Critica (MRC) para cumplir esta tarea. Las rutas críticas (y casi críticas) de proyectos deben ser manejadas agresivamente.

#### **Entregables de Paso 3**

- Lista de tareas de proyecto
- Identificación de problemas y restricciones
- Identificación de rutas criticas
- Agenda maestra de proyecto
- Lista de mayores hitos detectables
- Registros de riesgo de proyecto

### **Paso 4 Recursos Estimados Requeridos y Presupuestos Autorizados**

Después de que la intención del proyecto haya sido definida, planificada y calendarizada, los recursos requeridos deben ser destinados para todas las tareas definidas.

Todos los presupuestos autorizados deben ser alcanzables para tener un hito viable

### **Paso 5 Determinar Rendimientos Para Convertir Un Valor Planeado en un Valor Ganado**

Para contar el Valor Planeado cuando se calcula el Valor Ganado, debemos establecer métricas medibles y verificables entre hitos de agenda para cuantificar el trabajo autorizado y luego medir esa terminación de trabajo. Hitos específicos o tareas con valores deben ser medidos como son físicamente hechos.

#### **Paso 5 Entregables**

Rendimientos de tareas

### **Paso 6: Formar una línea base de medida de rendimiento y determinar planes de control de cuentas**

## PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

El trabajo definido debe incluir el calendario base y el presupuesto autorizado, los cuales están integrados con cada uno de los paquetes de trabajo.

Manejadores de proyectos deben también especificar sus Planes de Cuentas de Control (PCC). La suma de los planes de cuentas de control constituye el total del proyecto.

### **Paso 7: Recordar Todos los Costos Directos del Proyecto**

Significa que Manejadores de Proyectos deben conocer cuánto dinero está siendo gastado en sus proyectos, requisito extremadamente difícil para algunas organizaciones, debido a que han estado orientadas funcionalmente por tanto tiempo que ya han perdido la habilidad de enfocarse en el rendimiento individual del proyecto. Es esencial que los costos directos sean identificados por el proyecto mientras el trabajo progresa.

#### **Entregables de Paso 7**

Información contable para reportar costos actuados mensualmente

Información contable para reportar labores semanales

### **Paso 8 Monitorear continuamente el rendimiento**

Los costos y cronogramas empleados deben estar monitoreados ante la línea base autorizada durante toda la duración del proyecto.

### **Paso 9 Aprobar o Rechazar todos los cambios y asegurarse que los cambios aprobados sean incorporados en la línea base del proyecto de manera sincronizada.**

La línea base de medida del rendimiento del proyecto establecido desde su inicio, es tan bueno como el manejo de todos los cambios propuestos a dicha línea base durante el proyecto. Las líneas base de rendimiento rápidamente se vuelven inválidas si han sido modificadas con adicionales y deductivos.

El diagrama de organización de Manejo de Proyectos se muestra en el **gráfico No. 4** de la página siguiente.

### 3.3 PLAN DE CONTRATO

El contrato consta de lo siguiente:

Las partes que celebran el contrato, comúnmente son llamadas el “Contratista” y el “Propietario”, descritas según registros, domicilios, representantes y documentos de identidad.

La Primera parte está conformada por antecedentes a este contrato.

La Segunda parte describe el objeto del contrato

La Tercera parte describe las responsabilidades y obligaciones del Contratista

La Cuarta parte describe la Información para la ejecución de la obra

La Quinta parte indica el monto o valor de la obra.

La Sexta parte narra sobre plazos del contrato

La Séptima parte describe los adelantos, valorizaciones y condiciones de pago

La Octava parte menciona obras adicionales y modificaciones de obra

La Novena parte describe presupuestos adicionales

La Décima parte menciona ampliación de plazo

La Undécima parte menciona Penalidades y Premios

La Duodécima parte menciona la conservación y entrega de documentación

La Décimo Tercera parte menciona las relaciones laborales y seguros

La Décimo Cuarta parte menciona recepción de obra, hitos y levantamiento de observaciones

La Décimo Quinta parte narra sobre transitividad, subcontratación y cesión.

La Décimo Sexta parte describe la confidencialidad y publicidad.

La Décimo Séptima parte trata casos fortuitos o de fuerza mayor

La Décimo Octava parte trata la resolución

## PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

La Décimo Novena parte describe garantías

La Vigésima parte trata sobre solución de controversias y jurisdicción aplicable

La Vigésimo primera parte narra la legislación aplicable y domicilios

La Vigésimo segunda parte menciona el ejercicio de derecho.

### 3.4 PLAN LOGISTICO

El buen planeamiento logístico determina la dinámica de obra, permite que los recursos humanos trabajen con eficacia la obra, empezando desde las cotizaciones de cada pieza que conforma la obra, seguido de evaluación costo-beneficio, gestiones administrativas, remisiones de órdenes de compra, atención a casos especiales que requieran fabricación o ensamblaje, suministro de pedidos a obra, cumplimientos de requisitos de calidad, objetos relacionados con transacciones.

El abastecimiento es elaborado a partir de lo siguiente:

Códigos de identificación de materiales y avisos de peligros

Fecha de caducidad o vigencia de materiales

Tipo de embalaje y cuadro de ruta de materiales para conocer trasbordos.

Sistemas de pago anticipado o contra entrega

Sistemas de distribución y de envío.

Rechazo de mercancías incompletas o sin aprobación.

Comentarios y avisos referidos a mercancías como posición de viaje o estado físico.

Guías de remisión con sellos de autorización de envío y recepción

Manuales de uso, mantenimiento y reciclaje

Las fases del planeamiento logístico se efectúan en base al estado del mercado local, distancias de abastecimiento, plazos de crédito, y prestigio histórico de proveedores y pagadores.

### 3.5 PLAN DE INGENIERIA DE DETALLE

## PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

La revisión, aprobación, rediseño de detalles, modificación de componentes y observación de especificaciones técnicas son parte restrictiva del cronograma real de avance de obra, por lo tanto estas actividades necesitan ser planificadas paralelamente a las actividades productivas. Generalmente la ingeniería de detalle necesita solucionar conflictos, vacíos o errores de proyecto en un tiempo corto y bajo muchas presión de las partes involucradas, por lo que su trabajo requiere planeamiento especial y diferente al plan de producción, pero congruente con todos los planes de obra, porque todo cambio, novedad o restricción en obra deberá ser observado por los responsables de detalles, y ellos, según su razón y asesoría deberán solucionarlos dentro de plazos acelerados.

### 3.6 PLAN DE DOCUMENTACION

La documentación es fuente clara, de fácil acceso y entendimiento dirigido al público general, cuyo índice de orden y contenidos debe ser coherente con los demás archivos similares

Los documentos de referencia sobre obras y experiencias pasadas deben tener la misma clasificación de archivo, porque siempre son fuente de investigación frente a retos emergentes.

Los documentos de avance y coordinación de trabajos efectuados, revisados, aprobados, observados, rechazados y sin respuesta, son sustento legal en soluciones de controversias futuras, y por ello, deben cumplir las siguientes funciones:

Registrar toda empresa participante en obra o servicio.

Registrar cronológicamente todo documento referencial y antecedente.

Registrar todo suceso que revele algún problema con la claridad necesaria para su futura corrección.

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

Título:							
Subtítulo:							
Propietario				Contratista			
Tipo de documento				Supervisión			
Consortio	Originador	Sector	Disciplina	Tipo Doc.	Numero Secuencia	Revis.	Aproba
Título del documento							
Referencia:							
A		Aprobado sin comentarios		ASC	1		
B		Aprobado para revisión		APR	2		
C		Revisar y reenviar		RYR	3		

El siguiente formato define la identificación y revisión de documentos del proyecto.

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

Consortio			Autor			Sector			Disciplina	Tipo Doc.	Numero Secuencia	Revisa	Aproba
1	2	3	4	5	6	7	8	9					

Los documentos son identificados según el siguiente arreglo:

Donde cada digito significa lo siguiente:

Las tres primeras letras para consorcio representa la entidad de mayor jerarquía

Las tres letras siguientes representan el autor del documento, es decir contratistas, subcontratistas, instituciones, etc.

Las letras, séptima, octava y novena siguientes representan las zonas de las instalaciones a construir, como por ejemplo alguno de los 10 sectores de la tienda hogar o alguno de los 6 sectores de la tienda ancla

Las tres siguientes letras representan la disciplina pertinente, entre ellas topografía, geotecnia, estructuras, arquitectura, eléctricas, señalización, sanitarias, sistemas civiles, seguridad, soldadura, planeamiento, entre otros

Las letras siguientes representan los tipos de documentos, como criterios, notas, planos, metrados, presupuesto, especificaciones, memorias, listas, certificados, valorizaciones, actas, controles de calidad, expedientes, reportes, entre otros

Los siguientes cinco dígitos representa el número secuencial del documento que se clasifican en rangos específicos:

00001 a 00099 Gerencia de Proyecto

00100 a 00299 Base de datos

00300 a 00399 Calidad

00500 a 00599 Control de proyectos

00800 a 00899 Construcción

02000 a 03999 Reportes

12000 a 12999 Expedientes Técnicos

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO  
COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

10000 a 10999 Topografía

11000 a 11999 Mecánica de suelos

19000 a 19999 Documentos

20000 a 20999 Planos

50000 a 59999 Aseguramiento de la calidad (Auditoria, No conformidades, Acciones correctivas,  
Desviaciones)

60000 a 69999 Planeamiento, valorizaciones y cronogramas

Finalmente aparece el dígito de revisión del documento, cuyo proceso de revisión tiene la siguiente lógica:

Código 1: Aprobado sin comentarios, es decir el trabajo procede

Código 2 Aprobado con comentarios, el trabajo puede proceder sujeto a la incorporación de cambios  
indicados.

Código 3 Revisar y reenviar

Según el envío, los siguientes códigos serán asignados:

EPR, es decir Enviado para Revisión

EMI, es decir Emisión Interna

EPI, es decir, Emitido para información

APC, es decir, Aprobado para Construcción

ASB, es decir "As built" (palabra inglesa que significa "tal cual construido")

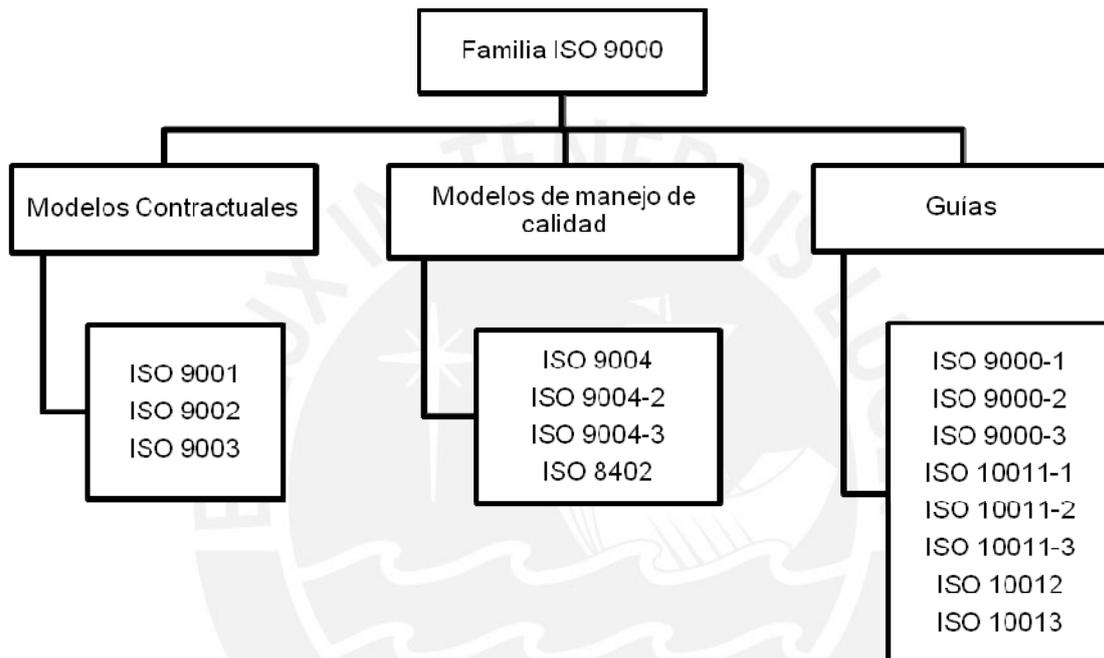
### 3.7 PLAN DE GESTION DE CALIDAD

La calidad motiva mediante un sistema de desarrollo de pensamiento común y nos dirige hacia metas  
durables y cuidados mantenidos en el tiempo, estructurada en una serie de tareas como: completar,  
implementar, mantener, prevenir, instruir, y mantener dicho pensamiento hasta disfrutar de sus resultados.

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

Es probable que las compañías que busquen mejorar continuamente, sean importantes para su sociedad. Este bien requiere un sistema de modos, manuales, formatos, registros, procedimientos, políticas y protocolos.

Existen varios sistemas de calidad, pero nos centraremos en ISO (International Standard Organization) debido a su amplio uso en Europa, cuya arquitectura para este tipo de obras de ingeniería civil se presenta a continuación:



ISO 9001	Sistemas de calidad	Modelo para asegurar la calidad en Diseño/Desarrollo, Producción, Instalación y Servicios
ISO 9002	Sistemas de calidad	Modelo para asegurar la calidad en producción e instalación.
ISO 9003	Sistemas de calidad	Modelo para asegurar la calidad en inspecciones finales y pruebas
ISO 9004	Manejo de calidad y elementos del sistema de calidad, guías	
ISO 9004-2	Manejo de calidad y elementos del sistema de calidad, parte 2, guías para servicios	
ISO 9004-3	Manejo de calidad y elementos del sistema de calidad, parte 3, guías para materiales procesados	
ISO 8402	Vocabulario de calidad	

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

- ISO 9000-1 Manejo de calidad y estándares para asegurar calidad: Guías para selección y uso
- ISO 9000-2 Manejo de calidad y estándares para asegurar calidad, parte 2, Guías genéricas para aplicación de ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003.
- ISO 10011-1 Guías para auditar sistemas de calidad
- ISO 10011-2 Criterios de calificación para auditores de sistemas de calidad
- ISO 10011-3 Manejo de programas de auditoría
- ISO 10012 Requisitos para asegurar calidad en equipos de medición, parte 1: Sistema de confirmación metrológico para equipos de medición
- ISO 10013 Guías para desarrollar manuales de calidad.

Las políticas de calidad a corto plazo importantes son: la atención y prevención de riesgos productivos, cumplimientos administrativos, durabilidad de sus obras, capacitación de personal, negociación de tratados, servicios sociales y relaciones comerciales públicas, acumulación de documentos técnicos detallados de procesos y productos finales, cada una de sus políticas deberán estar ordenadas según un manual de calidad.

### 3.8 PLAN DE GESTION DE RECURSOS HUMANOS

Los recursos humanos dedicados a construir son el fin supremos de toda construcción, pero tienen alta movilidad y poca estabilidad; Por ello, la planificación de personal de obra es trabajo dedicado a organizar temporalmente los mejores recursos disponibles.

Este ordenamiento de recursos humanos depende de la disponibilidad de sus tiempos frente a esta futura planificación, disponibilidad de espacio de trabajo limpio, seguro y ordenado, disponibilidad financiera para cumplir con sus obligaciones salariales, disponibilidad de equipos y herramientas con capacidades tecnológicas, disponibilidad de líderes en humanidad y conocimiento frente a cualquier obstáculo real, y disponibilidad de organización en ambientes laborales críticos y cambiantes.

La oferta y demanda de recursos humanos pueden considerarse, pero sus condiciones laborales están sujetas a recursos y capacidades de cada individuo, aunque existen etapas de convocación y capacitación de recursos existentes hacia las actividades productivas y de servicio.

## PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

Primero, la planificación empieza con el empadronamiento de capacidades de los empleados a contratar, este empadronamiento es una simple lista donde se mide el tiempo de experiencia laboral de cada trabajador en cada una de los trabajos contractuales. Esta lista de capacidades nos permite seleccionar al personal basados en mérito según trabajos como se muestra en la **Tabla No 6**.

Segundo, se planifica el flujo de cuadrillas entre diferentes etapas de actividades y diferentes sectores de ubicación. A partir de este cronograma podremos calcular la cantidad de expertos, maestros, operarios, ayudantes y peones en mampostería, concreto armado, carpintería, albañilería e instalaciones, con horarios de trabajo y calendario de descansos.

Tercero, se realiza el cronograma de avance de obra, mediante métodos convencionales, en este caso se realiza un programa de estimación de tiempos PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Programa), donde el tiempo esperado de finalización es la suma de todos los tiempos de actividades sobre ruta crítica, calculando finalmente la cantidad total de recursos humanos a utilizar.



### 3.9 PLAN DE SEGURIDAD

A sugerencia del PMBOK 2003, se implementaron en el proyecto los siguientes pasos para la gestión de riesgos:

- Planificación de gestión de riesgos
- Identificación de riesgos
- Análisis de riesgos existentes
- Medidas de control
- Seguimiento y monitoreo

#### 3.9.1 OBJETIVO DEL PLAN

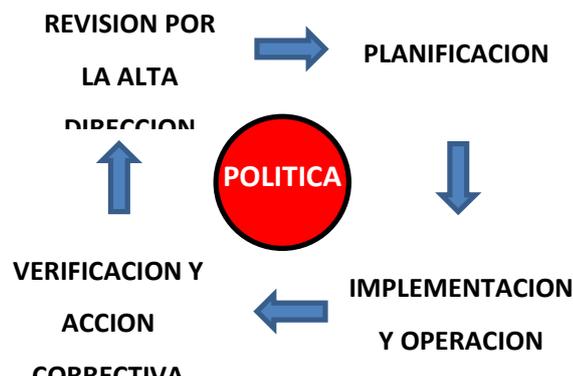
El objetivo del plan de riesgos es la integración de la prevención de riesgos laborales a los procedimientos de construcción utilizados en el proyecto de CENTRO COMERCIAL en la ciudad de Arequipa, con la finalidad de preservar la integridad física y la salud de los trabajadores; y cumpliendo con las demandas de calidad, costo y plazo del cliente.

#### 3.9.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE PREVENCION DE RIESGOS (PDR)

El sistema de Prevención de Riesgos busca el cumplimiento de la documentación descrita:

- Legislaciones gubernamentales vigentes.
- Políticas, estándares y procedimientos corporativos de la Empresa
- Procedimientos internos de obra.
- Circulares informativas.
- Documentos de campo.

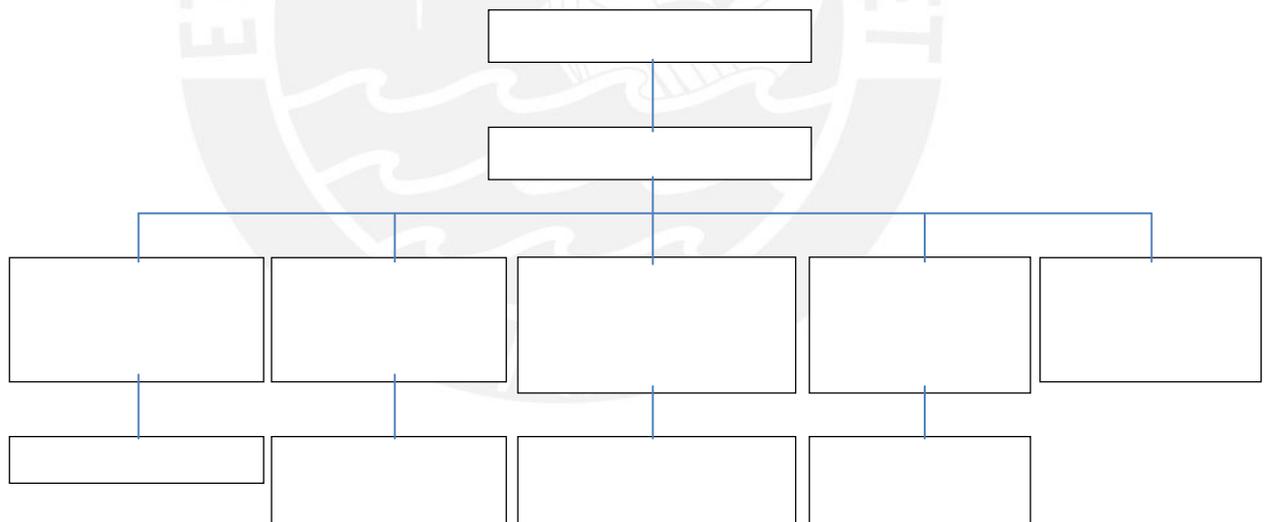
En base a lo descrito planteamos 4 etapas del plan de prevención de riesgo y medio ambiente.



### 3.9.3 DEFINICIONES

- **Política:** Son las Intenciones y dirección generales de una organización relacionadas con su desempeño en la prevención de riesgos, como las ha expresado formalmente la alta dirección.
- **Estándar:** Documentos oficiales aprobados por la Gerencia General de la Empresa que sirven como parámetro para la elaboración de los documentos internos de obra.
- **Accidente Con Tiempo Perdido:** Ausencia del trabajador por más de una jornada de trabajo.
- **Incidente:** Suceso o sucesos relacionados con el trabajo en el cual ocurre o podría haber ocurrido un daño, o deterioro de la salud (sin tener en cuenta la gravedad), o una fatalidad.
- **Deterioro de la salud:** Condición física o mental identificable y adversa que surge y/o empeora por la actividad laboral y/o por situaciones relacionadas con el trabajo.
- **ATS:** Análisis de Trabajo Seguro

### 3.9.4 ORGANIGRAMA Y RESPONSABILIDADES



#### 3.9.4.1 RESPONSABILIDADES DEL RESIDENTE EN OBRA

- ✓ Implementar el “Plan Específico de Prevención de Riesgos de Obra”, así como establecer los mecanismos de supervisión y control para garantizar que el Plan se cumpla en su totalidad en todas las etapas de ejecución.
- ✓ Respalda y hacer suyas las directivas y recomendaciones que el Departamento de Prevención de Riesgos y Gestión Ambiental propone a través de sus prevencionistas, en pro de garantizar la seguridad operativa de la obra y el cumplimiento de las políticas respectivas.
- ✓ Presidir el Comité de Prevención de Riesgos y Gestión Ambiental de la obra y convocarlo a reunión de acuerdo al cronograma establecido y cada vez que las circunstancias lo requieran, manteniendo las actas como evidencia de cumplimiento.
- ✓ Establecer los mecanismos adecuados para evidenciar que la línea de mando operativa de obra cumpla con las responsabilidades de prevención de riesgos y la gestión ambiental.
- ✓ Difundir oportunamente y disponer la aplicación de la última versión de los procedimientos de trabajo y directivas de prevención de riesgos y gestión ambiental, con el fin de garantizar su estricto cumplimiento en la obra, manteniendo registros que evidencien su cumplimiento.
- ✓ Participar en el programa de capacitación y el programa de inspecciones, en calidad de instructor e inspector respectivamente. Dicha participación quedará registrada en los formatos correspondientes y se evaluará en función a las tablas de performance de la Línea de Mando.
- ✓ Auditar periódicamente la obra (como mínimo una vez al mes) con la asistencia del prevencionista y verificar que se implementen las acciones correctivas necesarias para mantener el estándar de la obra al nivel mínimo establecido por la Gerencia General de la Empresa
- ✓ Mantener registros que evidencien cumplimiento.
- ✓ Reportar al Gerente General, Gerente de División, Gerente de Recursos Humanos y al Departamento de Prevención de Riesgos y Gestión Ambiental, los accidentes con tiempo perdido (con lesión incapacitante) ocurridos en obra.

### 3.9.4.2 RESPONSABILIDADES DEL INGENIERO DE PRODUCCION

- ✓ Desarrollar, con la asistencia del prevencionista, el análisis de riesgos de todos los trabajos que le sean encomendados y presentarlo a la jefatura de obra para su aprobación, antes del inicio de los trabajos.
- ✓ Planificar oportunamente el desarrollo de los trabajos, en coordinación con el prevencionista, a fin de garantizar que se implementen las medidas preventivas y de controles establecidos en los procedimientos de trabajo y directivas de prevención de riesgos y gestión ambiental, antes del inicio de las actividades.
- ✓ Coordinar con el administrador de obra, el ingreso de trabajadores nuevos tanto de contratación directa como de subcontrata, a fin de garantizar el proceso formal de contratación en cumplimiento de las disposiciones legales vigentes y disposiciones del cliente, según corresponda.
- ✓ Coordinar con el jefe de equipos, el ingreso de vehículos, maquinarias y herramientas, a fin de garantizar que cumplan con los estándares de prevención de riesgos y gestión ambiental de la Empresa.
- ✓ Coordinar con quien corresponda (proveedores, CEQ, etc.), para trabajos de izaje con camión grúa y/o grúa estacionada los siguientes documentos:
  - Certificados de operatividad del equipo (vigente)
  - Certificado del operador (vigente)
  - Certificado del rigger (si fuese el caso - vigente)
  - Diagrama de carga del equipo
  - SCTR salud y pensiones
  - SOAT
  - Certificado de revisiones técnicas
  - Brevete.
- ✓ Solicitar oportunamente al administrador de obra, la compra de los equipos de protección individual y sistemas de protección colectiva, requeridos para el desarrollo de los trabajos bajo su dirección.
- ✓ Verificar la disponibilidad de los Equipos de Protección Individual (EPI) y Sistemas de Protección Colectiva (SPC) necesarios, antes del inicio de los trabajos.
- ✓ Verificar que los supervisores y capataces hayan recibido y conozcan el contenido de la última versión aprobada de las directivas de prevención de riesgos y gestión ambiental y los procedimientos de trabajo relacionados a las labores que supervisan.
- ✓ Participar en el programa de capacitación y el programa de inspecciones, en calidad de instructor e inspector respectivamente. Dicha participación quedará registrada en los formatos correspondientes y se evaluará en función a las tablas de performance de la Línea de Mando.

### 3.9.4.3 RESPONSABILIDADES DE SUPERVISORES Y CAPATACES

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

- ✓ Verificar que los trabajadores a su cargo hayan recibido la "Charla de Inducción" y firmado el "Compromiso de Cumplimiento", requisitos indispensables para iniciar sus labores en obra.
- ✓ Desarrollar el Análisis de Trabajo Seguro o ATS antes del inicio de cada actividad nueva y cuando existan variaciones en las condiciones iniciales de la misma. Registrar evidencias de cumplimiento.
- ✓ Informar a los trabajadores a su cargo, acerca de los peligros y aspectos ambientales asociados al trabajo que realizan y asegurarse que conozcan las medidas preventivas y de control adecuadas para evitar accidentes que generen lesiones personales, daños materiales e interrupción del proceso constructivo.
- ✓ Instruir a su personal respecto de la última versión aprobada de los procedimientos de trabajo y directivas de prevención de riesgos y gestión ambiental y verificar el cumplimiento de los mismos durante el desarrollo de los trabajos. Registrar evidencias de cumplimiento.
- ✓ Solicitar oportunamente al almacén de obra, los equipos de protección individual (EPI) y sistemas de protección colectiva (SPC) requeridos para el desarrollo de los trabajos que le han sido asignados.
- ✓ Registrar evidencias de cumplimiento.
- ✓ Instruir a su personal sobre el correcto uso y conservación de los equipos de protección individual (EPI) y sistemas de protección colectiva (SPC) requeridos para el desarrollo de los trabajos asignados y solicitar oportunamente la reposición de los que se encuentren deteriorados.
- ✓ Registrar evidencias de cumplimiento.
- ✓ Utilizar permanentemente los equipos de protección individual (EPI) requeridos para el desarrollo de los trabajos y exigir a su personal el uso correcto y obligatorio de los mismos.
- ✓ Impartir todos los días y antes del inicio de la jornada, la "charla de cinco minutos", a todo su personal, tomando como referencia el ATS. Registrar evidencias de cumplimiento.
- ✓ Velar por el orden, la limpieza y la preservación del ambiente en su frente de trabajo.
- ✓ Mantenerse en estado de observación permanente en su frente de trabajo, supervisando con mentalidad preventiva el desarrollo de las tareas asignadas a su personal y corrigiendo de inmediato los actos y condiciones sub-estándar que pudieran presentarse. En casos de alto riesgo deberá detener la operación hasta eliminar la situación de peligro. Registrar evidencias de cumplimiento.
- ✓ Disponer la colocación, en caso las condiciones de entorno lo requieran, de la señalización y protecciones colectivas necesarias, antes de retirarse del frente de trabajo.
- ✓ Reportar de inmediato al Jefe de Obra y al Prevencionista cualquier incidente o accidente que ocurra en su frente de trabajo y brindar información veraz de lo ocurrido durante el proceso de investigación correspondiente.
- ✓ Participar en el programa de capacitación y el programa de inspecciones, en calidad de instructor e inspector respectivamente. Dicha participación quedará

registrada en los formatos correspondientes y se evaluará en función a las tablas de performance de la Línea de Mando.

#### **3.9.4 RESPONSABILIDADES DEL JEFE DE PREVENCION DE RIESGOS**

Asistir al Residente de obra en la elaboración e implementación del Plan de Prevención de Riesgos y Gestión Ambiental de la obra, administrarlo y reportar los resultados de su implementación a la Jefatura de obra y al Departamento de Prevención de Riesgos y Gestión Ambiental, en simultáneo.

Asistir a la Línea de Mando en el desarrollo de los Análisis de Riesgos, y a los supervisores y capataces en la elaboración de los ATS y llenado de permisos de trabajo.

Mantenerse en estado de observación permanente, supervisando con mentalidad preventiva el desarrollo de los trabajos y corrigiendo de inmediato, en la medida de lo posible, los actos y condiciones sub-estándar que pudieran presentarse. En casos de alto riesgo deberá detener las operaciones hasta eliminar la situación de peligro.

Adicionalmente, tiene funciones operativas concernientes al análisis de riesgo de las diferentes actividades que se ejecuten en obra, participa en las reuniones de planificación de obra y coordina con el área técnica la incorporación de las medidas preventivas en procedimientos de trabajo específicos, capacita al personal de obra en lo referente al cumplimiento de las normas de prevención de riesgos y supervisa el desarrollo de las operaciones.

En nuestro proyecto El jefe de Prevención de Riesgos de obra, reporta simultáneamente al Residente de Obra y al Jefe del Departamento de Prevención de Riesgos y Gestión Ambiental.

#### **3.9.5 IDENTIFICACION DE REQUISITOS LEGALES**

- REGLAMENTO DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO (D.S. N°009-2005-TR): El cual establece los siguientes principios: Protección, Prevención, Responsabilidades, Cooperación, Información, Capacitación preventiva, Gestión Integral, Atención Integral de la Salud, Consulta, Participación y Veracidad.
- NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN OBRAS DE EDIFICACIÓN (RESOLUCIÓN SUPREMA N°021-83-TR): Tienen por finalidad precisar condiciones mínimas de seguridad e higiene en obras de edificación para prevenir riesgos ocupacionales y proteger la salud e integridad física y mental de los trabajadores.

PLAN INTEGRAL, CONTROL, CONSTRUCCION Y ANALISIS TECNICO EJECUTADO EN UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD AREQUIPA

- NORMA TECNICA G-050 (RESOLUCION MINISTERIAL N° 290-2005-VIVIENDA); Que tiene por objetivo especificar condiciones mínimas indispensables de seguridad aplicables a todas las actividades de construcción civil, incluyendo trabajos de montaje y desmontaje.
- NORMAS TECNICAS DEL SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO (DECRETO SUPREMO N° 003-98-SA): El cual otorga coberturas por accidente de trabajo o enfermedad ocupacional a los trabajadores, empleados y obreros en calidad de afiliados.
- LEY GENERAL DE INSPECCIÓN DEL TRABAJO (LEY N° 28806) Y SU REGLAMENTO (DECRETOS SUPREMOS N° 019-2006-TR Y 019-2007-TR)



### 3.9.6 ESQUEMA METODOLOGICO DEL SISTEMA DE PREVENCION DE RIESGOS

En la página siguiente se muestra el Esquema Metodológico de Prevención de Riesgos y Seguridad Ocupacional, del cual podemos distinguir los siguientes elementos:

#### **Análisis de Riesgo**

Dentro de la planificación de obra incluimos la identificación de los peligros inherentes al trabajo a realizar y les asignamos un valor según un análisis matricial de las variables.

Cada uno de los peligros identificados en la Matriz de Identificación de Peligros generará una Matriz de Control Operacional, en la cual se registrarán las actividades críticas asociadas para cada peligro, las medidas de control y los estándares, procedimientos de trabajo necesarios para el desarrollo de las actividades.

#### **Documentos Corporativos**

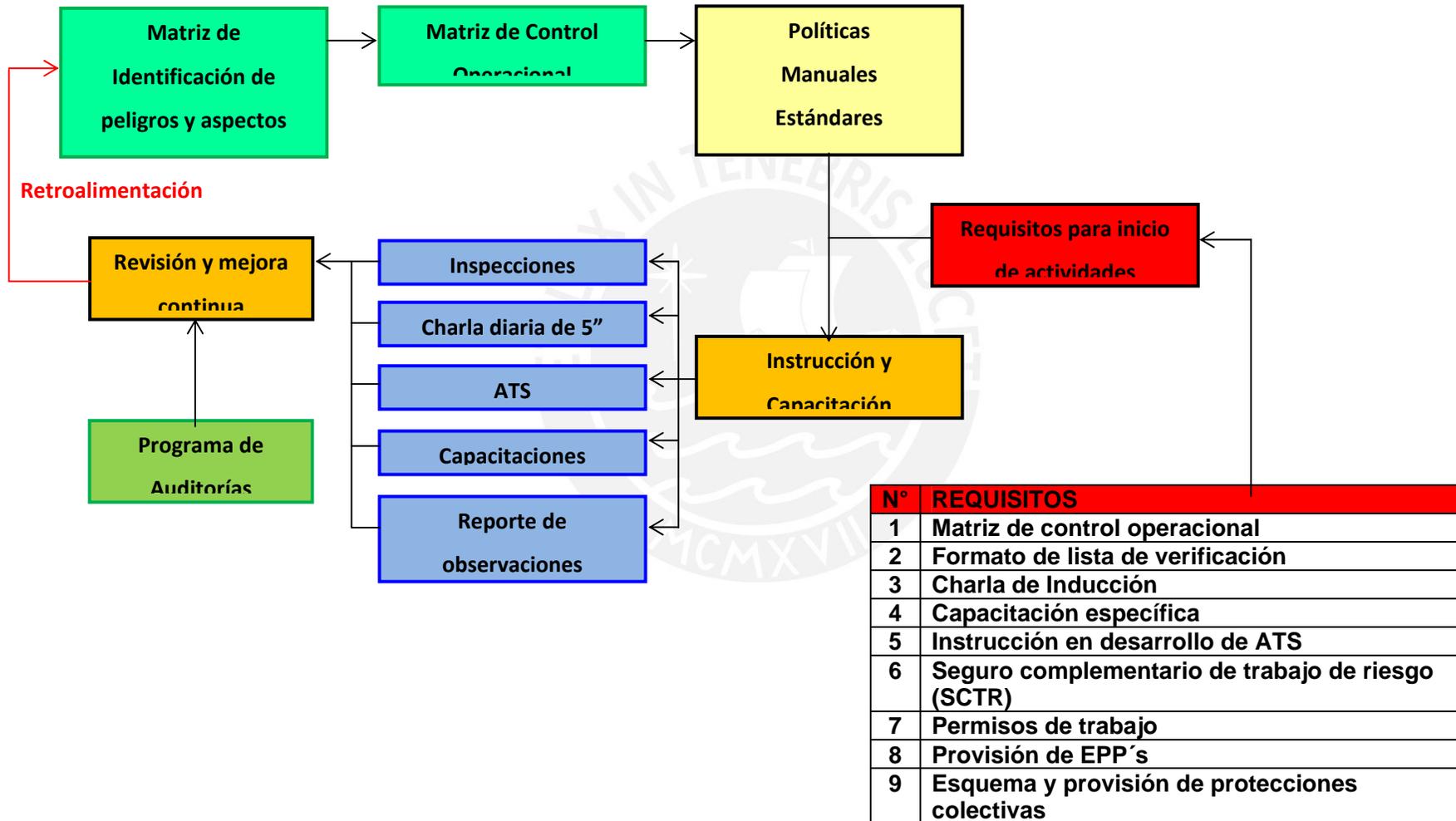
El área de prevención de riesgos y gestión ambiental emitirá documentos y/o adaptaciones de las políticas, manuales, estándares y procedimientos adecuados a la obra del centro comercial ubicado en la ciudad de Arequipa. La modificación de los estándares, procedimientos y su implementación dependen de la aprobación del residente de obra.

#### **Requisitos previos al inicio de las actividades**

Antes de iniciar las actividades se debe instruir al personal entorno al análisis de riesgos y la difusión de políticas y estándares de la obra; lo cual es el primer paso para la posterior implementación de los controles de campo (Inspecciones planificadas, Charlas de 5", ATS, Capacitaciones Específicas y Observaciones de campo).

#### **Mejora Continua**

Con el programa de auditoría se verifica si los lineamientos planteados previamente fueron efectivos y reflejan la realidad de la obra. Las lecciones aprendidas generarán modificaciones que se irán implementando en el tiempo.



### 3.9.7 INCORPORACION DE TRABAJADORES



Como lo expresa el flujo-grama previo, la incorporación de los trabajadores a la obra pasará por las siguientes etapas:

- ✓ El Residente de Obra es el único encargado de Autorizar la incorporación de un trabajador a Obra.
- ✓ Por Medio de la Inducción en Seguridad y Medio Ambiente, el trabajador firmará el documento denominado Compromiso de Cumplimiento.
- ✓ Recién cumplida esta etapa, el trabajador dispondrá del equipamiento necesario para desarrollar sus actividades en campo.
- ✓ El equipamiento básico para cada trabajador es el siguiente:
  - Casco de seguridad certificado.
  - Lentes de Seguridad certificado.
  - Ropa de Seguridad.
  - Zapatos de Seguridad con punta de acero certificado.
- ✓ El Ing. de campo, por medio de la revisión de la Matriz de Control Operacional definirá los Elementos de Protección Individual complementarios en conformidad a la actividad que desarrollará el trabajador.
- ✓ En conformidad al estándar de Responsabilidad de la Línea de Mando, cada jerarquía es el responsable de hacer cumplir estas etapas del Programa de Incorporación de Personal.

### 3.9.8 POLÍTICA Y DIFUSIÓN

A todo personal, obrero y empleado, se le difundirá la política de prevención de Riesgos y Gestión ambiental de la empresa. La comprensión de esta es esencial para el cumplimiento en la realización de las tareas. Asimismo la política debe ser publicada en lugares representativos de la obra.

### 3.9.9 ESTÁNDARES

La línea de mando de obra debe tener completo conocimiento de los estándares de trabajo de la empresa.

La residencia de obra garantizará que la matriz de control operacional y los procedimientos de trabajo coincidan con los estándares de la empresa.

Los estándares de la empresa deben ser archivados en físico en la obra para una eventual revisión.

### 3.9.10 MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGOS (IPER)

Considerando los pasos de la tarea a realizar, se confecciona la Matriz de Identificación de Peligros, la cual identifica los diversos peligros asociados a todas las actividades presentes en el área de trabajo. Asimismo se evalúan los riesgos y se colocan números y colores para cada uno de los peligros identificados según la severidad y la probabilidad de ocurrencia.

A continuación se muestra la matriz IPER asociada a las actividades a realizar en la obra de Centro Comercial en la ciudad de Arequipa. **Grafico No. 6**

ACTIVIDADES	PELIGROS																										
	Atrapamiento	Atropello	Caida de estructuras existentes	Caida de Objetos	Caidas a desnivel	Caidas a nivel	Caidas de altura	Contacto con energia electrica	Contacto con sustancias nocivas	Cortes	Choques	Derrumbes	Falta de experiencia	Golpes	Inhalacion de sustancias nocivas	Incendio	Incrustaciones	Ingestion de sustancias nocivas	Proyeccion de particulas	Resbalones	Ruido	Sobreesfuerzo	Tension Psicologica	Tropezones	Vibraciones	Volcaduras	
<b>1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																											
Excavacion para cimentación	6		3	3		2		9		2	6	3	3	2	1			4	6	4	2	4			4		
Relleno y compactacion				3	4	2				2			3	2				4		2	4				2		
Eliminacion de desmonte		6		3		2				2	6		3	2			6		4		2						6
<b>2 CONCRETO SIMPLE</b>																											
Vaciado de solados					4				4			3	3	2	2				4					4	1		
Vaciado de subzapatas de concreto					4				4			3	3	2	2				4					4	1		
Vaciado de losa de piso de concreto						4			4				3	2	2				4					4	1		
<b>CONCRETO ARMADO</b>																											
<b>3 CIMENTACIONES</b>																											
Vaciado de cimentacion de concreto armado					4							3	3	2	2				4					4	1		
Habilitacion de acero	4			4						6				4			4	4	4	4	4	4	4	4			
Colocacion de acero	4			6						6				4			6	4	4	4	4	4	4	4			
<b>4 VERTICALES</b>																											
Vaciado de columnas y muros de concreto armado					4		9		4			3	3	2	2				4					4	1		
Encofrado de columnas y muros de concreto armado	4			4	4	4	9			6			3	4			4	4	4	4	4	4	4	4			
Colocacion de acero de columnas y muros de concreto armado	4			6	4		9			6			3	4			6	4	4	4	4	4	4	4			
<b>5 HORIZONTALES</b>																											
Vaciado de losa de concreto y vigas					4		9		4			3	3	2	2				4					4	1		
Colocacion de Pre-Losas	9			9	4	4	9			6			3	4			4	4	4	4	4	4	4	4			
Encofrado de losa y vigas	4			4	4	4	9			6			3	4			4	4	4	4	4	4	4	4			
Colocacion de acero	4			6	4		9			6			3	4			6	4	4	4	4	4	4	4			

		Probabilidad		
		1	2	3
Severidad	1	2	3	6
	2	3	6	9
	3	6	9	18

A través de la matriz IPER, se plantean medidas de control para los riesgos originados por los peligros que involucran la realización de los trabajos. Esta evaluación y valoración se realiza en 2 escenarios; no considerando medidas de control y considerando medidas de control. El resultado debe brindarnos una valoración baja indicando que el riesgo ha sido controlado. Se adjunta en la página siguiente el análisis de riesgos para la construcción de elementos verticales.

Esta matriz servirá de guía para la elaboración de los procedimientos de trabajo para cada actividad propuesta en el proceso constructivo.

### 3.9.11 PROCEDIMIENTOS

Identificamos 2 tipos de procedimientos:

**Procedimientos Administrativos:** Los cuales involucran los procesos administrativos de gestión de seguridad y salud ocupacional en la obra, tales como: inducción de personal, pagos de seguros, exámenes médicos, etc.

**Procedimientos de Trabajo:** Son procedimientos técnicos que incorporan las actividades preventivas y de control para la realización de los trabajos.

### 3.9.12 CHARLA DIARIA DE SEGURIDAD

Todos los capataces de obra, en forma diaria deben realizar una charla de Seguridad de 10 minutos de duración como máximo, de acuerdo al programa elaborado por el Departamento de Prevención de Riesgo de la Obra.

El Ingeniero de Campo es el responsable de verificar que se cumpla con esta actividad en forma diaria por parte de la línea de capataces.

### **3.9.13 CHARLA DE 30 MINUTOS**

Los Ingenieros de Campo deben realizar una charla de 30 minutos de forma semanal. Los temas a tratar en dicha charla serán conformes a las actividades y trabajos realizados en la obra, con asesoría del departamento de Prevención de Riesgos.

### **3.9.14 ANALISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)**

El ATS permite identificar los peligros; evaluar los riesgos y asignar medidas de control en las tareas a realizar en la jornada de trabajo.

Se entregan formatos corporativos para la implementación de la herramienta preventiva y debe ser llenado y firmado por todos los integrantes del equipo de trabajo asignados a la tarea específica. Asimismo debe ser revisado y firmado por el Capataz, el Ingeniero de Campo y el área de Prevención de Riesgos.

El área de Prevención de riesgos capacitará a todos los trabajadores de la obra en el llenado de este formato, así como a los trabajadores incorporados en el transcurso de la obra.

### **3.9.15 LISTADO DE VERIFICACIÓN – INSPECCION**

Documento que permite al capataz, por medio de un checklist, poder evaluar las condiciones de seguridad en el ambiente de trabajo y/o equipos a utilizar. Estos checklists serán implementados por el área de Prevención de Riesgos.

### **3.9.16 PROGRAMA DE AUDITORIAS**

Siguiendo un programa de mejora continua se establece un programa de auditorías que estará en relación con el plazo de ejecución de la obra. Cada elemento del sistema de gestión de prevención de riesgos y medio ambiente será auditado al menos una vez en el plazo de la obra. El manejo de controles operacionales y los incidentes, no conformidades, acción correctiva y acciones preventivas serán auditados mensualmente.

### 3.10 ESTRUCTURA DESINTEGRADA DE TRABAJOS PRELIMINARES

-Recepción de terreno: La tenencia y administración del terreno de la obra fue cedido temporalmente, aunque no empezó el conteo de calendario programado hasta que también se recibiera la Lista de Documentos Contractuales (L.D.C.), conformado por todos los expedientes técnicos, planos de levantamiento topográfico, adelanto financiero por materiales a proveedores, adelanto financiero directo al contratista y garantías de fiel cumplimiento al cliente.

-Habilitación de accesos: Se generó 2 accesos en la Av. Porongoche, uno para personas, y el otro para ingreso de materiales y equipos, o eliminación de desmonte y material excedente.

-Zapatas de Grúa: Se colocó 2 zapatas de grúa en la Tienda Hogar (entre ejes Ee-Fe/4e-5e y Ee-Fe/15e-16e), y 1 zapata de grúa torre en Tienda Ancla (entre ejes De-Fe/4e-5e).

-Transporte y montaje de Grúa: Se armó la grúa torre No. 1 inicialmente en la Tienda Hogar [entre ejes Ee-Fe/4e-5e], y luego se movió a una segunda ubicación [entre ejes Ee-Fe/15e-16e] para continuar con el tren de actividades. Por otro lado, la grúa torre 2 fue armada en la Tienda Ancla durante toda la obra [entre ejes De-Fe/4e-5e]. Estos ejes pueden ser apreciados en el anexo de planos impresos.

-Entrega de planos para construcción: Los planos de obra fueron entregados por parte del cliente, a través de la supervisión, iniciando el registro de dudas, consultas, propuestas y cambios de sus especificaciones.

-Reajuste de presupuesto: Se reajustó el presupuesto basado en metrados de planos para construcción, que incluyen diversas modificaciones de alcance, adicionales y deducibles en inicio de obra.

-Entrega de licencia de obra: Se contó 2 meses para el trámite, contados a partir de la entrega de planos para construcción, antes de iniciar el plazo contractual de ejecución.

### 3.11. ESTRUCTURA DESINTEGRADA DE OBRAS PROVISIONALES

-Electricidad, Agua: Se contrata servicios de electricidad y agua en cisternas para abastecer la obra.

-Oficinas: Se construyó oficinas provisionales para contratistas y supervisores en exterior de obra con sus instalaciones correspondientes.

-Almacén: Se construyó el almacén cerca del acceso para materiales.

-Comedores: Se construyó los comedores para todos los trabajadores de la obra, considerando capacidad de 1500 trabajadores en doble turno.

-Campamentos: Se contrató casas para campamento en áreas aledañas, considerando capacidad de albergue a 3000 trabajadores.

### 3.12. ESTRUCTURA DESINTEGRADA DE ESTRUCTURAS

El alcance de la tesis es el casco de 2 edificaciones contiguas: Una Tienda Hogar y otra Tienda Ancla

Se considera el inicio de obras en Tienda Hogar 18 días laborables antes del inicio de la Tienda Ancla para poder empalmar las 2 estructuras.

La Tienda Hogar fue dividida en 10 sectores de un nivel, y la Tienda Ancla en 6 sectores de dos niveles, como lo muestra la tabla 7.

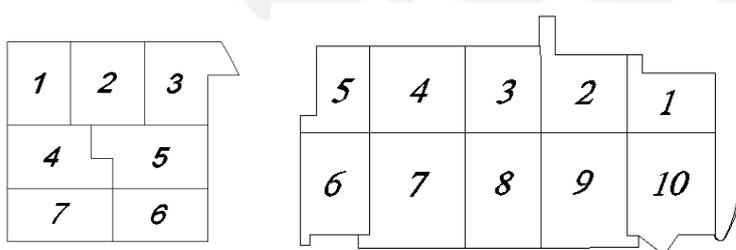


Tabla 7. Sectores de tareas de Tienda Ancla (izquierda) y Tienda Hogar (derecha)

### 3.13. HITOS

La construcción de la Tienda Hogar comienza primero -debido a su nivel de cimentación inferior- el día No. 1, cuya fecha en calendario es 30 de Junio.

La construcción de la Tienda Ancla comienza el día No. 10, cuya fecha en calendario es 13 de Julio, debido a la condición de traslape de áreas interpuestas en ambos edificios, este traslape requiere ajustar las fechas según la restricción que los últimos 2 sectores de trabajo de la tienda Ancla (6 y 7) deben iniciarse después de finalizar las losas de techo de los primeros sectores de trabajo de la tienda hogar (1 y 2), es decir, al menos 1 día de la cimentación de sectores 1 y 2 en tienda ancla debe empezar después de terminar las prelosas de sectores 6 y 7 en tienda hogar.

La construcción del muro de contención perimetral en la Tienda Hogar comienza el día No. 1 y está dividida en 10 sectores 1,2,3,4,5,6,7,8,9 y 10, con cronogramas independientes del resto, favoreciendo con holgura de tiempo y espacio para construir la cimentación de columnas en sectores 6 y 7 de la Tienda Ancla y los pórticos comunes de ambas tiendas.

La construcción de la Tienda Ancla finaliza el día No. 60. La construcción de la Tienda Hogar finaliza el día No. 136. El **Anexo No 3** muestra los hitos del planeamiento general en Ms Project.

### 3.14. TREN DE TAREAS

Se organizó un tren de partidas de obra civil con sus correspondientes consecutivas. Cuyo detalle se presenta en el **Anexo No.3**. Los rendimientos utilizados provienen de documentos de control de producción en obras de retail similares, lo cual sirve de información para posteriores planeamientos de obras del mismo tipo.

Para el análisis del planeamiento, cronograma y control de este tipo de obras, se realizó la Técnica de Revisión y Evaluación del Programa con el Método de Ruta Crítica, donde se consideró los controles de rendimientos por persona en obra y la estructura de cuadrillas basada en investigaciones sobre el tema.

El análisis por persona se realiza con intenciones de control de producción, mientras que el análisis por cuadrilla se realiza para programar y planear la obra. Se efectuaron

dos cronogramas, el primero con plazos optimistas, y el segundo con plazos pesimistas, diferenciando los sectores con colores.

La diferencia entre cronogramas optimista y pesimista es típicamente de 35. En el cronograma Ms Project de **Anexo No 3**, las tareas son ordenadas mediante 4 tipos de consecutivas, siguiendo el criterio de interdependencia entre trabajos. Estos tipos de relación entre trabajos son:

FC Fin Comienzo.- Cuando una tarea requiere ser terminada antes de iniciar otra, por ejemplo el encofrado debe ser terminado antes de iniciar vaciado de concreto,

CC Comienzo Comienzo.- Cuando dos tareas requieren ser iniciadas simultáneamente, por ejemplo, el encofrado y habilitación de acero en muros de contención.

CF Comienzo Fin.- Cuando una tarea requiere ser terminada después de iniciar otra, por ejemplo, el vaciado de pisos y losas requiere ser terminado después de iniciar la instalación de sistemas de agua, electricidad y comunicación.

FF Fin Fin.- Cuando dos tareas requieren ser terminadas simultáneamente, por ejemplo, el vaciado de vigas y losas.

Para variar los recursos y tiempos de cada actividad se usa el método CPM (Método de Ruta Crítica), el cual permite acelerar o desacelerar cada actividad según se presenten las condiciones de producción; Este método es el más usado cuando las actividades son continuas y dependientes entre sí.

### 3.15. DIAGRAMA GANTT

Se elaboró un diagrama Gantt para poder visualizar las secuencias y duraciones de las tareas correspondientes a ambos edificios, considerar la sectorización inicial y traslapar los recursos de ambas estructuras. Dicho diagrama se adjunta en el **Anexo No. 3**

Se considera tiempo de espera para que elementos horizontales de concreto alcancen resistencia requerida, para proceder aceleradamente a desencofrado y retiro de alzaprimas en 14 días calendarios, considerando solo 5 días laborables por semana.

Se clasifica personal dedicado hacia actividades específicas, agrupados en cuadrillas que hacen el mismo trabajo en diferentes sectores y diferentes edificios de la obra; Por

ejemplo el personal de encofrado se divide en cuadrillas de encofrado de columnas, encofrado de placas, encofrado de vigas, de esta manera los grupos de trabajo ganan destreza y experiencia por repetición de tareas.

### 3.16. RUTA CRÍTICA

La ruta crítica en la programación general de obra es elaborada con el programa MS PROJECT, y es presentada en el **Anexo No. 4**, tomando en consideración lo siguiente:

-Se considera una distribución lineal de los trabajos en relación a los días, esto debido a una simplificación para el análisis de las duraciones de las actividades basadas en rendimientos promedio.

-Se expresa las actividades sin considerar los sectores, debido a que esta consideración complicaría la interpretación y extendería mucho el mapa de ruta crítica.

-Según los resultados del análisis todos los trabajos en casco estructural forman parte de la ruta crítica, con excepción de los rellenos de cimientos, vaciado de losas de piso y estructuras menores como escaleras, pedestales y pits para montaje de ascensor, con holguras dentro de la programación. Esto denota la prioridad en conservar el tren de actividades críticas en funcionamiento y solucionar rápidamente interferencias o restricciones en ellas por indefiniciones de diseño, problemas logísticos o compras de materiales.

### 3.17. CURVA S

Es un diagrama que expresa cantidades de elementos acumulados en el tiempo; existe diversa información que necesita ser expresada mediante Curvas S, todas basadas en la programación temporal, metrados y análisis de precios unitarios de cada una de las tareas, que conjuntamente generan valores en el tiempo, con esta información en un diagrama acumulado obtenemos la curva S. Podemos observar las Curvas S más importantes en la páginas siguientes.

Estas curvas permiten comparar si los trabajos están adelantados o atrasados, o comparar si los constructores están consumiendo más o menos recursos de los destinados, Si nos ubicamos encima de la curva significa que estamos consumiendo más recursos de los programados. Debajo de la curva significa que estamos consumiendo menos recursos, por lo cual puede significar que hay un ahorro

significativo o que nos estamos atrasando en la programación. Por eso es importante que esté acompañado por un reporte de cumplimiento semanal (PPC) tal como indica la metodología de la Planificación Anticipada de Recursos, conocida también por su nombre en inglés Look Ahead Planning.



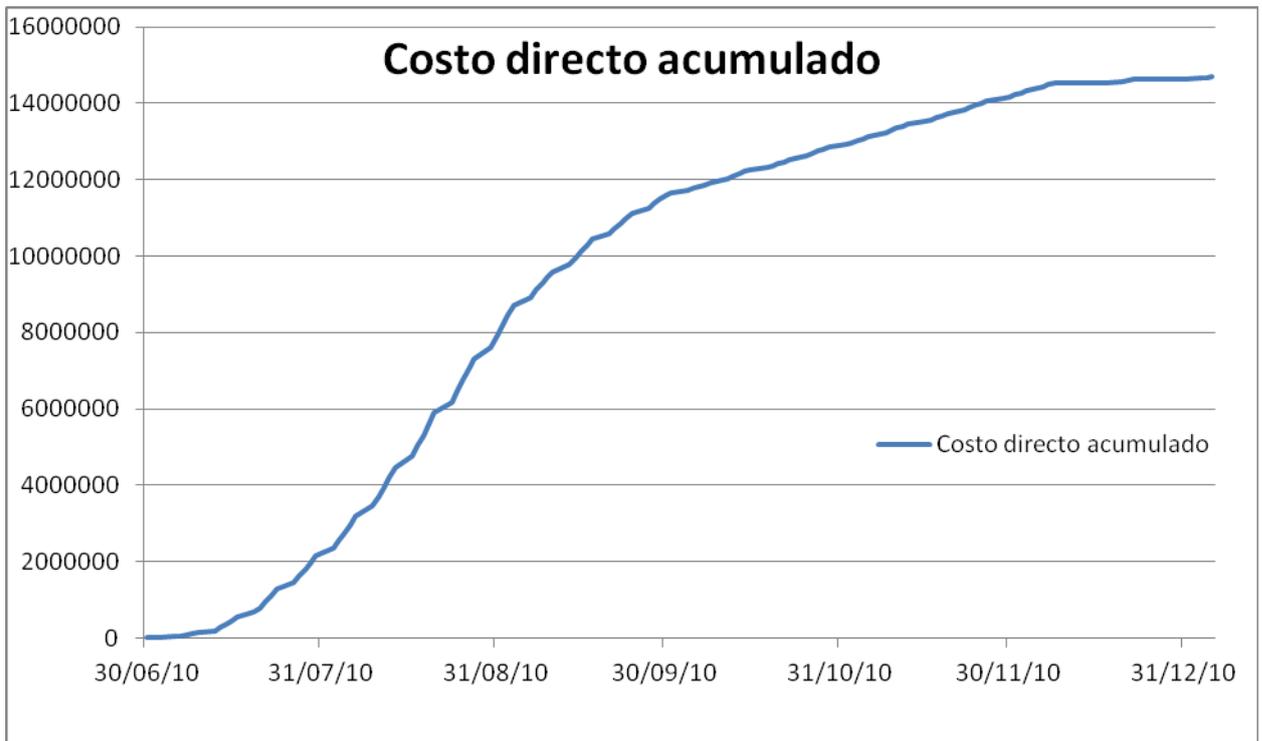


Gráfico 9. Curva S de costo directo acumulado de ambos edificios de estudio en soles

**Comentario:** Podemos observar que la pendiente más pronunciada de la curva S se encuentra entre los meses de agosto septiembre, esto era previsible ya que se tiene la mayor cantidad de partidas en simultaneo, tales como: cimentación, vaciado de elementos verticales y horizontales en ambos frentes (TIENDA ANCLA 2 y TIENDA HOGAR) asimismo las zonas con poca pendiente corresponden a inicio y fin de proyecto, debido a que en esos meses solo ciertas partidas se llevan a cabo y otras ya han culminado. Se resalta también el hecho de que a pesar de tener un tiempo de obra de 6 meses, se encuentra el mayor volumen de trabajo en los meses 2 y 3, esto debido a la distinta duración de las edificaciones, la TIENDA ANCLA 2 al tener menor cantidad de sectores en la 1ra planta se concluirá más rápido, aparte esta edificación tiene una altura de piso a techo de 6 metros, a comparación de la TIENDA HOGAR que posee una altura de piso a techo superior a 9 metros, lo cual incrementa la altura de los encofrados de elementos verticales y el tiempo de armado de las alzaprimas para el vaciado de losa de techo.

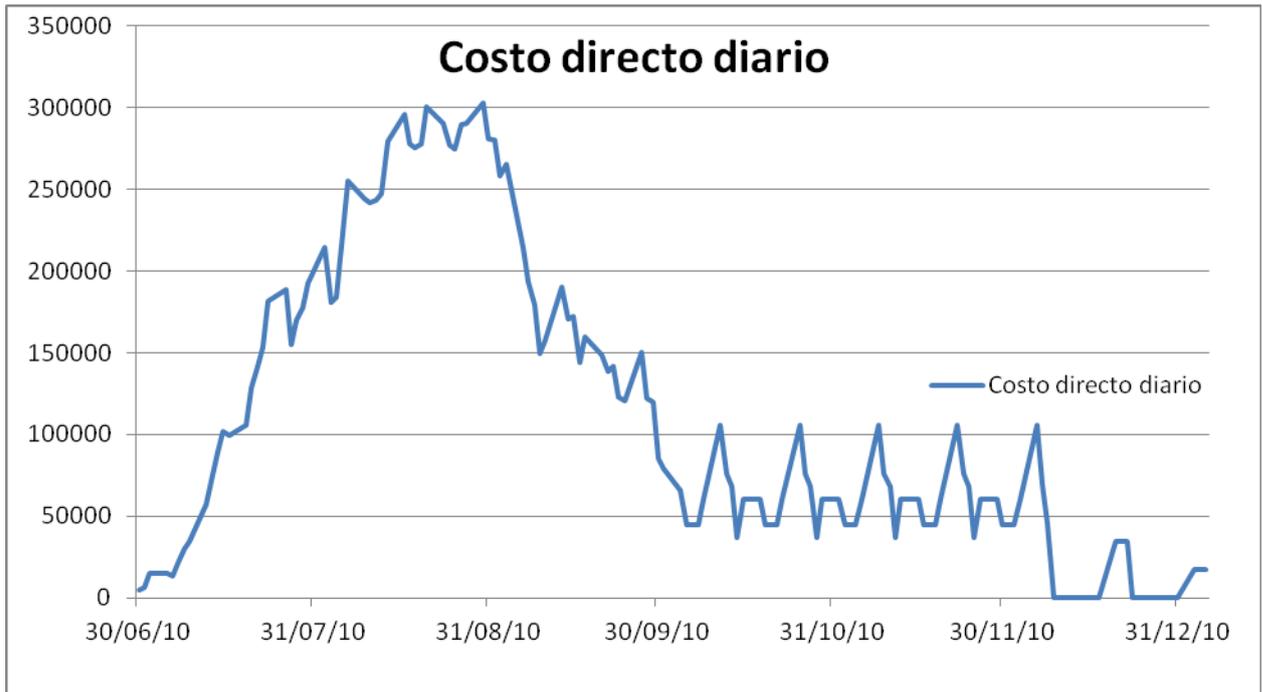


Gráfico 10. Histograma de costo directo diario de ambos edificios de estudio en soles

**Comentario:** Teniendo los avances valorizados de cada partida en el tiempo obtenemos el histograma de costo directo. El cual nos muestra como progresa el costo diario según los días de trabajo, así como también nos indica el volumen de obra que estamos manejando en ese momento. Este diagrama está directamente relacionado a los Histogramas que veremos más adelante, que provienen de los calendarios de mano de obra y materiales; ya que estos últimos representan más del 75% del costo directo. La utilidad de estos histogramas se hace presente al momento de estimar los saldos de obra, especialmente al momento de pasar la valla de los meses con mayor valorización, ya que a partir de allí disminuyen los trabajos productivos y se generan pérdidas, aparte que se tiene que pensar en reducción de personal obrero y empleado, desmovilización de equipos, devolución de encofrados y andamios, desarme de obras provisionales, desmovilización de torres grúa, etc.

### 3.18. CALENDARIO DE MANO DE OBRA (HORAS-HOMBRE)

Utilizando la programación general y los análisis de precios unitarios, se obtuvo las horas de mano de obra diarias, correspondientes a cada tarea, las cuales generan una curva S de Horas-Hombre que nos muestra el progreso del consumo de horas hombre en ambos edificios. El **Anexo No. 3** detalla el calendario de horas de mano de obra.

Este calendario sirve para planear anticipadamente la planilla semanal de obra, comparar las Horas-Hombre ganadas o pérdidas durante la semana y planear la logística de recursos y servicios necesarios.



Gráfico 11. Curva S de horas de mano de obra acumuladas de ambos edificios de estudio en horas-hombre.

**Comentario:** Después de obtener la curva S de mano de obra producto del calendario de mano de obra, observamos que guarda mucha aproximación a la curva S correspondiente al cronograma valorizado. En este caso la mayor pendiente indica una mayor fuerza laboral en los meses de julio agosto y septiembre, para los cuales se prevé una mayor contratación de personal, incremento de costo en campamentos, alimentación y servicios, así como también mayor personal de la cadena de mando (ingenieros, maestros, capataces)

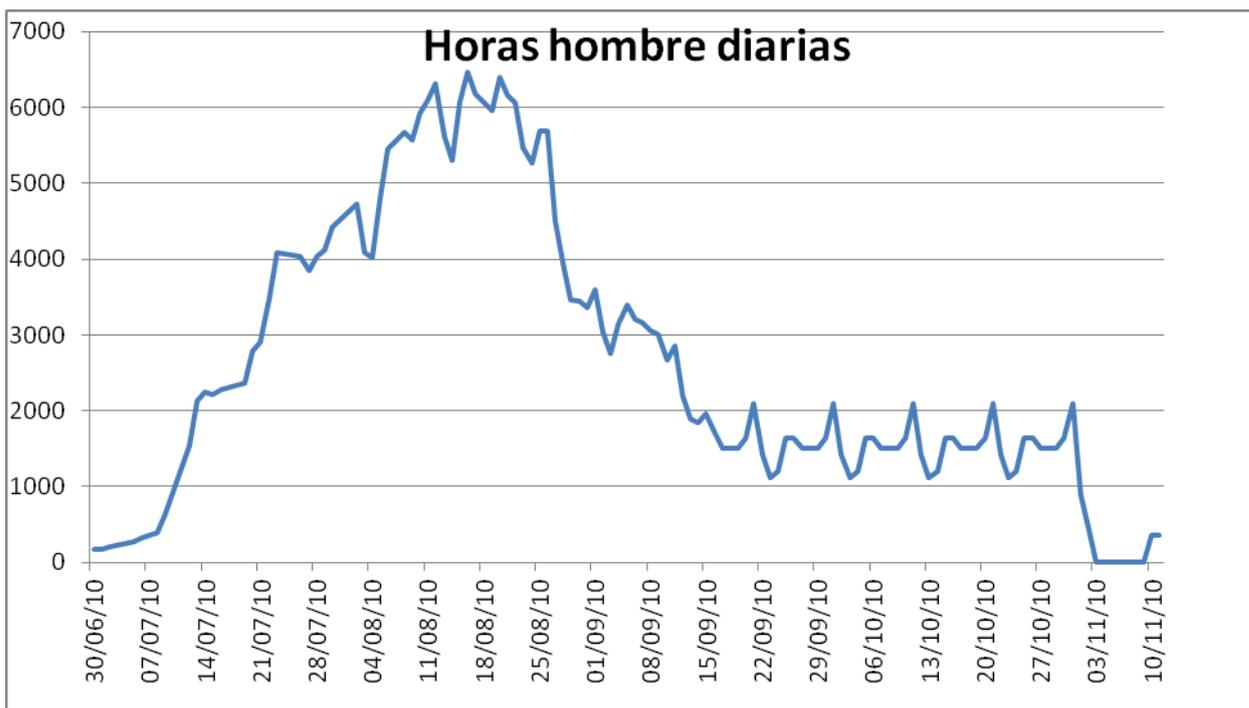


Gráfico 12. Histograma de horas de mano de obra diarias de ambos edificios de estudio en horas-hombre

**Comentario:** Se aprecia lo descrito en el comentario de la curva S de mano de obra y la contratación de personal. Este histograma nos facilita información adicional: en el pico presente alrededor de la quincena de agosto se prevé tener 6500 hh's diarias que corresponden aproximadamente a 650 personas aproximadamente. Cabe resaltar también que a partir del inicio del mes de setiembre las hh's disminuyen drásticamente al punto de 2000 hh's diarias, que corresponden aproximadamente a 200 personas. A partir de este punto podemos prever tener las cuadrillas dimensionadas a 200 trabajadores hasta noviembre.

### 3.19. VALORIZACIONES

Las valorizaciones mensuales pueden ser planeadas anticipadamente a partir de la curva S de costos, considerando cálculos adicionales por amortizaciones periódicas de adelantos financieros, que son descontados según un cronograma de desembolsos desde la primera valorización.

En inicio de obra todo costo consume adelantos financieros, y luego al terminar este recurso, existe una etapa donde siguientes costos consume cuentas líquidas del

contratista, hasta que las valorizaciones sean pagadas. Dichas valorizaciones son sustentadas de acuerdo a una conciliación del avance semanal conciliado entre el sector supervisor del cliente y el sector productivo del contratista. Ver cronograma valorizado de obra en el **Anexo No.3**.

Valorización mensual (soles)	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Costo Directo	2,157,560	5,741,542	3,686,934	1,283,261	1,302,942	526,655	14,698,896
Obras Provisionales	417,560	1,111,182	713,546	248,354	252,163	101,925	2,844,732
Gastos Generales	103,393	275,142	176,682	61,495	62,438	25,238	704,390
Porcentaje	15%	39%	25%	9%	9%	4%	100%
Utilidad	309,014	822,327	528,057	183,793	186,612	75,429	2,105,235
Costo Total	2,987,529	7,950,194	5,105,221	1,776,905	1,804,156	729,248	20,353,255
IGV	537,755	1,431,035	918,939	319,842	324,748	131,264	3,663,585
Costo Total + IGV	3,525,284	9,381,229	6,024,161	2,096,747	2,128,904	860,512	24,016,841

Tabla 8. Cronograma de Valorizaciones mensuales

### 3.20. CALENDARIOS DE MATERIALES

Se modificó el cronograma general de obra y se obtuvieron las cantidades diarias de los principales materiales a utilizar (concreto, encofrado, acero). Con esta información se elaboraron los calendarios de materiales, los cuales figuran en el **Anexo No.3** de la presente tesis. Producto de estos calendarios presentamos las curvas S y los histogramas correspondientes a los 3 principales materiales.

Cabe resaltar como comentario general, que se observan el mayor consumo de materiales en los meses de agosto y setiembre al igual que en el cronograma valorizado. Así como también es propósito de esta tesis resaltar la importancia de estos histogramas, ya que nos permiten programar los consumos futuros; lo cual es de suma importancia en el momento de elaborar pedidos semanales o quincenales de acero, pedidos semanales de abastecimiento de concreto y compra o alquiler de encofrado para la obra, y así evitar los tiempos improductivos generados por ausencia de materiales, los cuales generan atrasos y bajos rendimientos.

Estos histogramas también nos describen los momentos en los cuales pasado el pico de consumo de material debemos dejar de comprar/alquilar encofrado. En el

caso de esta obra se observa que a partir de quincena de setiembre debemos devolver más del 80% del encofrado de toda la obra para no incurrir en sobrecostos.

Así también podemos analizar el consumo de acero programado, para fines de setiembre debemos haber consumido 800 toneladas de acero, correspondientes al 80% de toda la obra, con un saldo de 200 toneladas hasta fin de obra. Si llegada esa fecha tenemos más de 200 toneladas de saldo quiere decir que incurriríamos en sobrecosto en esa partida.

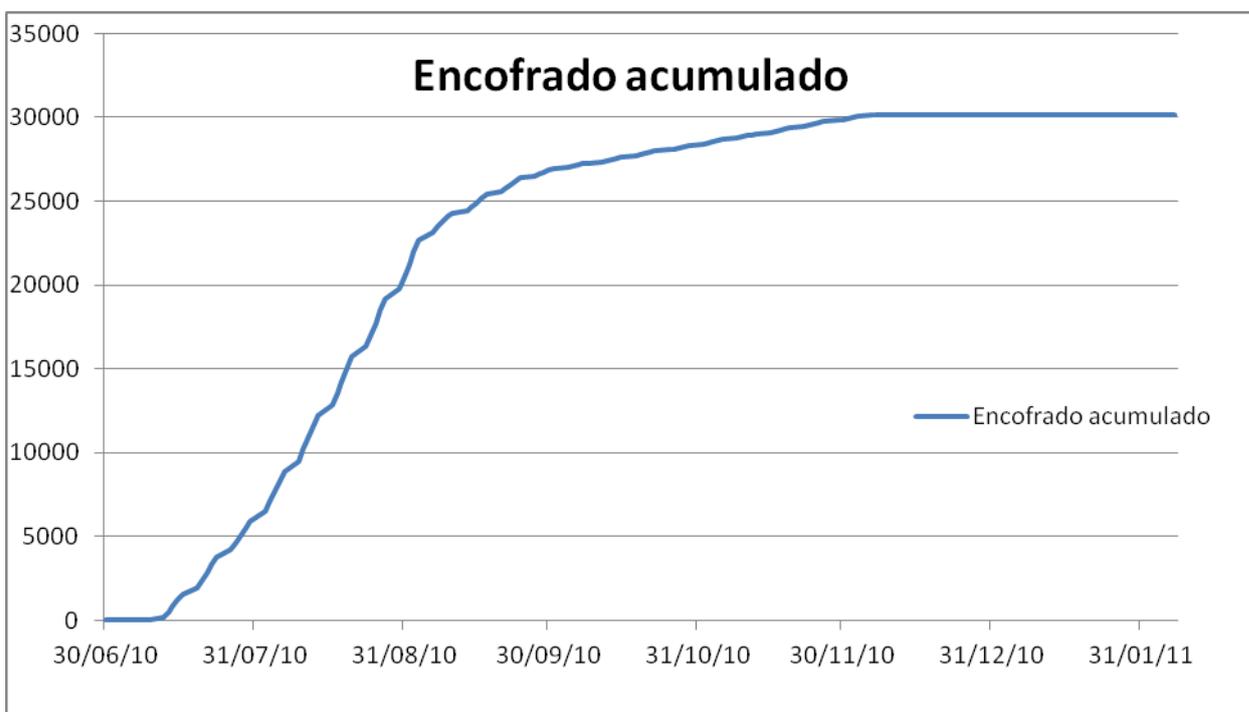
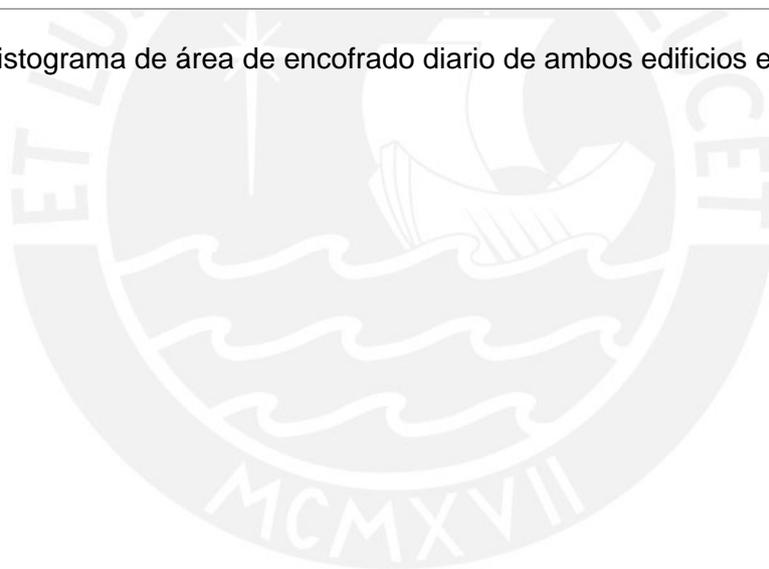


Gráfico 13. Curva S de área de encofrado acumulado de ambos edificios de estudio en metros cuadrados.



Gráfico 14. Histograma de área de encofrado diario de ambos edificios en metros cuadrados



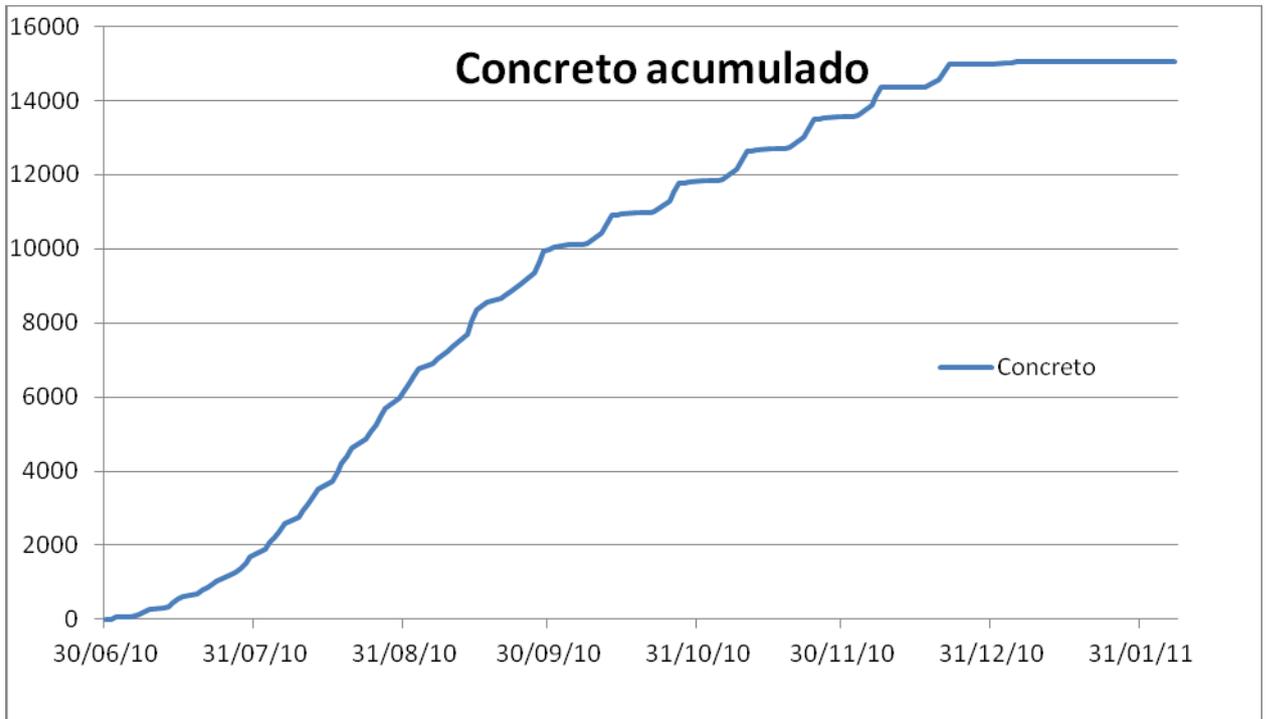


Gráfico 15. Curva S de volumen de concreto acumulado de ambos edificios en metros cúbicos

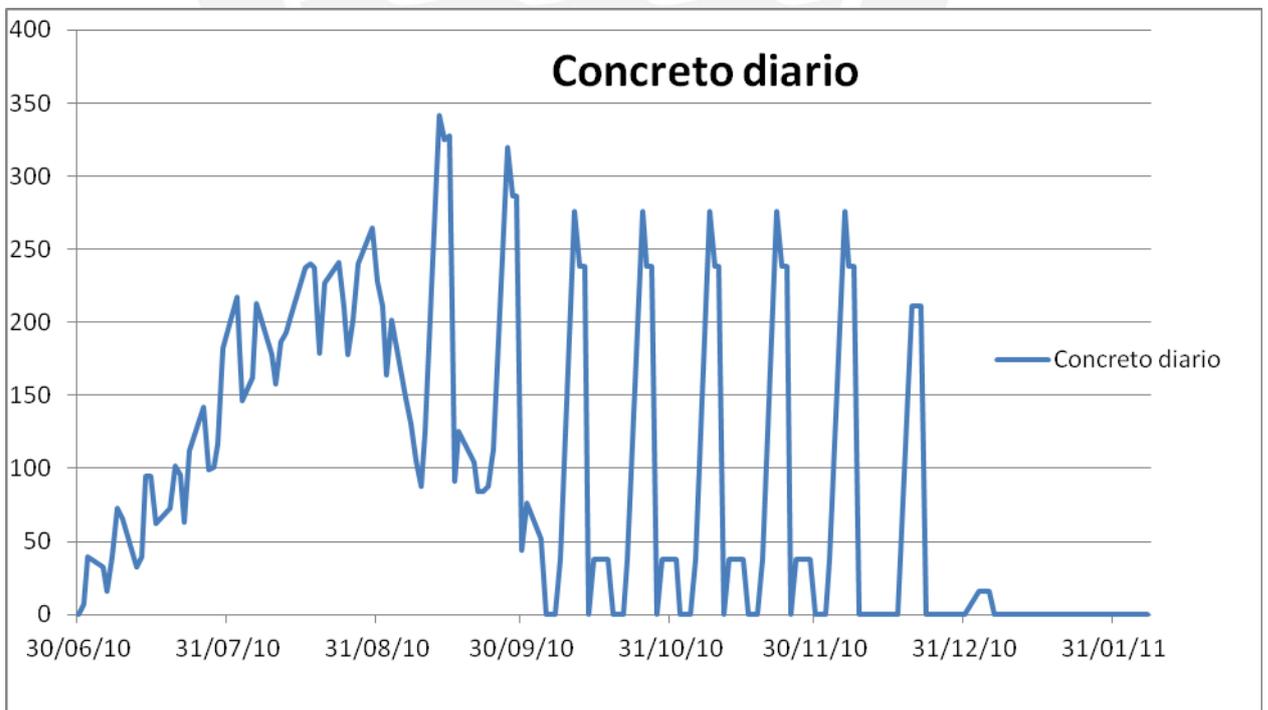


Gráfico 16. Histograma de volumen de concreto diario de ambos edificios en metros cúbicos



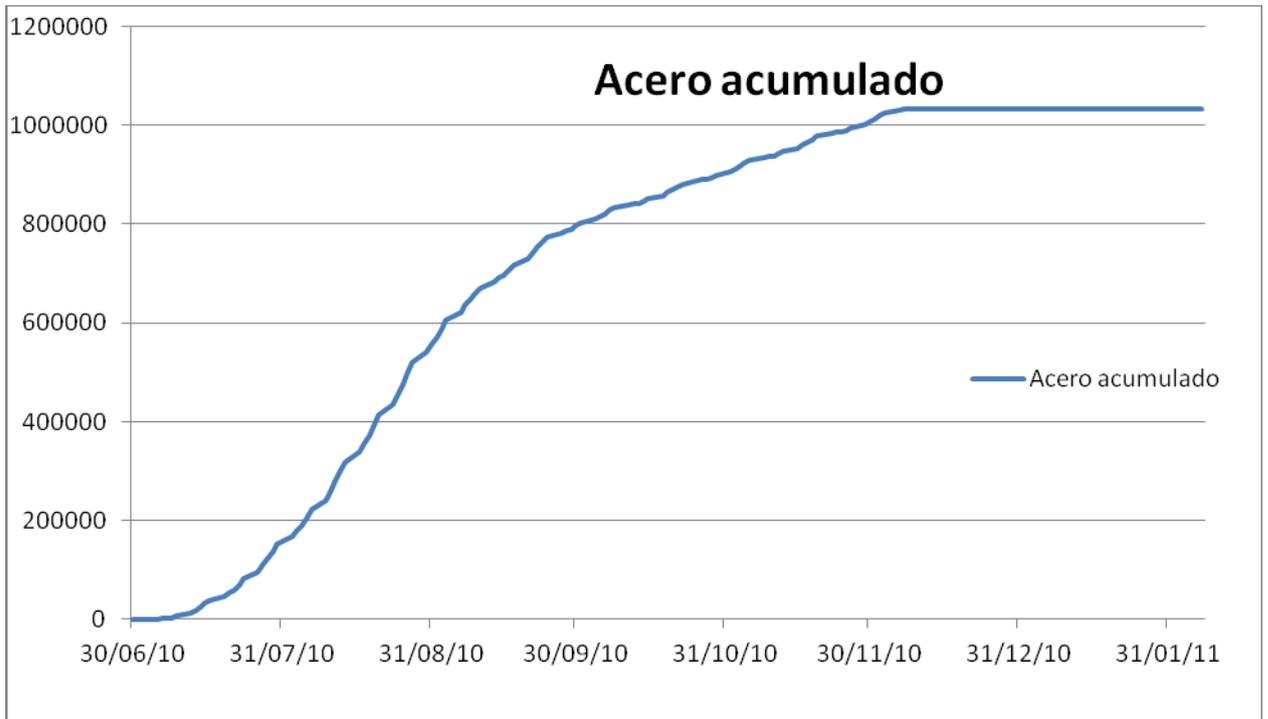


Grafico 17. Curva S de peso de acero acumulado de ambos edificios en kilogramos.



Grafico 18. Histograma de peso de acero diario de ambos edificios en kilogramos.

### 3.21. RESTRICCIONES

Las valorizaciones mensuales son definidas mensualmente según la siguiente presentación del avance de obra en el edificio de la tienda hogar:

#### 3.21.1. RESTRICCIONES DEL MES No. 1

Las principales restricciones en esta etapa son la poca coordinación entre actividades de ambas construcciones, la ubicación de recursos humanos y materiales en obra, los cambios y compatibilización de diseños y detalles de proyecto.

Las cimentaciones corridas de los muros de contención de la tienda hogar deben ser construidas en las primeras semanas de obra para evitar el bloqueo de flujos de trabajos y recursos con las otras obras aledañas de la tienda ancla.

La demora para empezar los trabajos debido a falta de permisos, recursos, financiamiento o acuerdos es típicamente entre 10% y 15% del cronograma total.

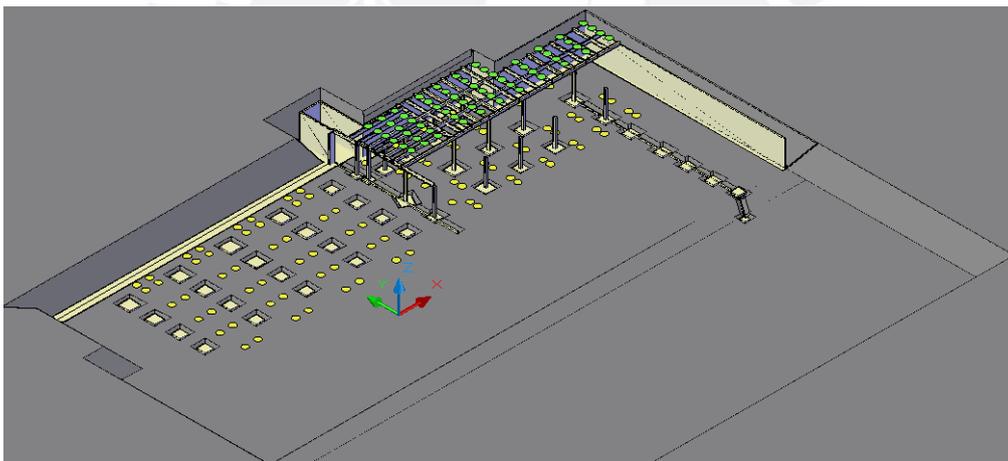


Imagen 4. Esquema de trabajos en Tienda Hogar durante primer mes.

### 3.21.2. RESTRICCIONES DEL MES No 2

La capacidad técnica de los recursos humanos empiezan a tener efecto en la producción de la obra, y se originan las primeras inspecciones, aprobaciones y valorizaciones de los trabajos realizados. Se originan restricciones y dependencias entre partidas cuyos cumplimientos son críticos para las metas de producción trazadas. Las variaciones del programa planeado podrían atrasarse entre 30% y 50%.



Imagen 5. Esquema de trabajo en Tienda Hogar durante segundo mes.

### 3.21.3. RESTRICCIONES DEL MES No 3

En este tercer mes existen tareas adicionales y deductivas que amenazan con desintegrar las secuencias originales de trabajo, pero que aclaran las metas en medio de complejidades y disputas contractuales. A partir de este mes se perciben aceleraciones y desaceleraciones de trabajo, producto de algunas desintegraciones de la ruta crítica o ineficiencias laborales que producen atrasos entre 20% y 45% del cronograma contractual.

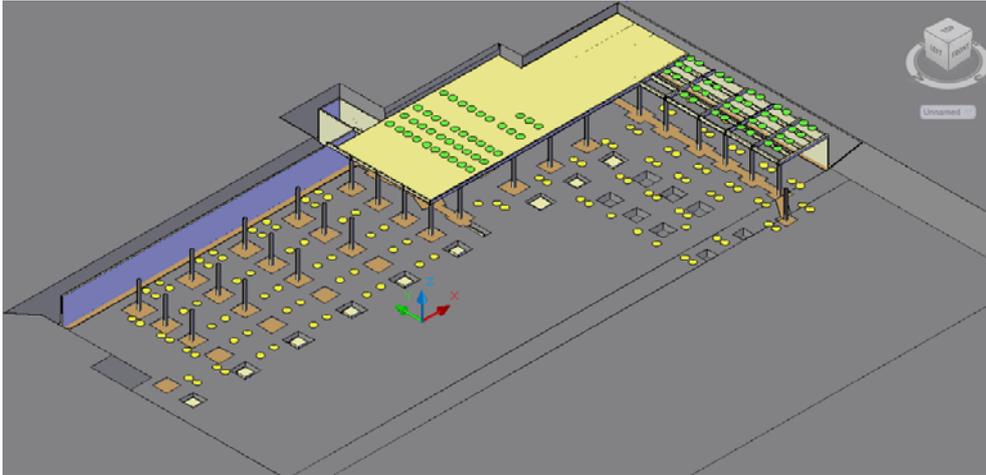


Imagen 6. Esquema de trabajo en Tienda Hogar durante tercer mes

#### 3.21.4. RESTRICCIONES DEL MES No 4

Se cumple hitos parciales en las metas, con tiempos de espera durante evaluaciones, aprobaciones y días de inspección, también existen varias restricciones de acceso, trabajabilidad y seguridad laboral, que pueden ser solucionados gracias a un experimentado planeamiento y control de cuentas.



Imagen 7. Esquema de trabajo en Tienda Hogar durante cuarto mes

#### 3.21.5. RESTRICCIONES DEL MES No 5

Debido al enfoque y la presión de las metas programadas, ocurren excesivas faltas en seguridad laboral y accidentes entre el personal. La cantidad de recursos humanos requiere ser disminuida, forzando a despedir varias cuadrillas,



Imagen 8. Esquema de trabajo en Tienda Hogar durante quinto mes



### 3.21.6. RESTRICCIONES DEL MES No 6

Toda actividad y partida se vuelven cada día más independientes entre sí, existiendo menos restricciones productivas que favorecen el implemento de calendarios acelerados e incremento de turnos de trabajo. Sin embargo algunas actividades podrían acabar sus metrados y presupuesto contractuales.



Imagen 9. Esquema de trabajo en Tienda Hogar durante sexto mes

### 3.21.7. RESTRICCIONES DEL MES No 7

La presión por cumplir con los plazos de finalización de obra genera agobio y conflicto interno, generando pérdidas en la calidad de las actividades.

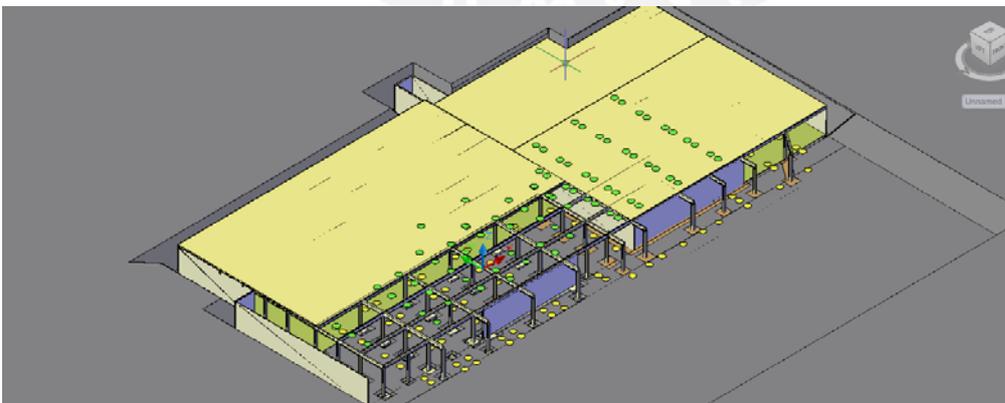


Imagen 10. Esquema de trabajo en Tienda Hogar durante séptimo mes

### 3.21.8. RESTRICCIONES DEL MES No 8

Las restricciones legales, financieras y de liquidación de obra, complican los sucesos discrepantes y definitivos, requiriendo análisis de balances generales de resultados, y auditoria de contratos y acuerdos.

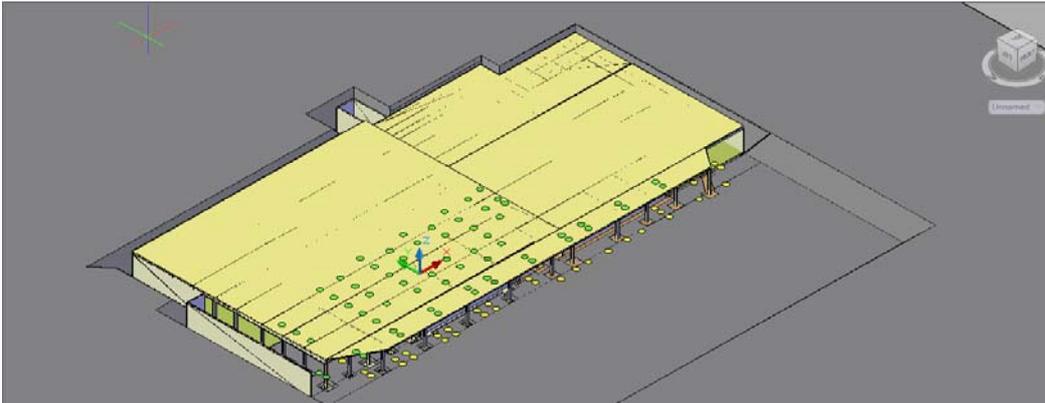


Imagen 11. Esquema de trabajo en Tienda Hogar durante octavo mes

## 4. CONTROL Y SUPERVISIÓN DE PRODUCTIVIDAD

### 4.1. PLAN ANTICIPADO (LOOK AHEAD PLANNING)

El control de una obra es requisito para el éxito, y debe tener seis cualidades principales: total, definida, capaz, rápida, buena y barata, en todo aspecto, desde el “que” hasta el “como”, es decir, desde la idea inicial en proyecto, pasando por financiamiento, negociación, selección, capacitación, eficiencia de personal, control de recursos, control de procesos, hasta el final de los años de garantía por calidad de obra, y su documentación archivada. Todos estos procesos dependen de 3 agentes:

-Los recursos humanos. Entre ellas está el control de límites establecidos en una empresa constructora, entre individuos de la organización, de estructuras de derechos y deberes de cada persona activa o contribuyente, estandarización de comunicación y técnica, la comprensión e integración de polaridades personales y grupales.

-Las herramientas.- Entre ellas están el control de estructura desintegrada de trabajos, control de cronograma, control de valor ganado, control de riesgos, control funcional y técnico de especificaciones.

-Los sistemas.- Sistemas de requisitos, sistemas de comunicación, sistemas de costos

El control estadístico de procesos ayudó a la industria constructora a mejorar trabajos, reducir mermas, labores duplicadas y eliminar pasos sin valor agregado. Los resultados de control son traducidos a resultados de costos, y los resultados de costos dependen principalmente de cinco factores: el rendimiento, el tiempo, la magnitud, el ambiente y la calidad de una obra.

El rendimiento en función de la cantidad de gente no es una función lineal, si no, que depende de los otros factores, por ejemplo, a mayor cantidad de gente, menor el rendimiento individual, es decir, que el trabajo que una persona puede hacer en 10 horas, es hecho en 6 horas por 2 personas y en 4 horas por 4 personas; Otro ejemplo que explicaría la relación del rendimiento con el tiempo es el notar que al adicionar más gente a un grupo de bajo rendimiento o con trabajos atrasados podría solamente atrasarlo más (Fred Brooks,1975).

El control debe anticipar el fracaso de cumplimientos a tiempo y evitar que la producción caiga en espiral de trabajos duplicados que generen retrasos, pues estos retrasos generan aumento de errores en procesos, que incrementan la duplicación de trabajos, los cuales generan más retrasos hasta que eventualmente la espiral sale fuera de control.

Una vez detectadas las causas de fracasos de cumplimiento, se debe controlar los cambios de procesos con la meta de obtener resultados diferentes.

Para controlar recursos y plasmar la programación propuesta a instrucciones reales en campo, es necesario generar listas de programaciones intermedias, cada 3 o 4 semanas. Fijando metas claras y puntuales, analizando restricciones y cambios generados por procesos constructivos, disponibilidad de materiales, modificaciones propuestas, etc.

Para el uso de este método definimos los siguientes términos:

#### **4.1.1. ULTIMO PLANIFICADOR (*LAST PLANNER*)**

Es el responsable de manejar directamente el trabajo de cuadrillas de mano de obra. Controla el rendimiento y cumplimiento de metas. En esta obra los últimos planificadores son el Jefe de Producción y los Jefes de Frentes de Trabajo.

Una de sus funciones principales es detectar y liberar restricciones, inconvenientes e interferencias surgidas en el desarrollo de la producción que impidan el inicio, desarrollo o cumplimiento de las actividades programadas.

#### **4.1.2. PLANIFICACION MAESTRA (*PM*)**

Es un documento donde se ordena la producción desintegrada en unidades, sectores y frentes de trabajo semanal y mensualmente para iniciar coordinadamente los flujos de trabajo. La **tabla No 9** muestra un formato de planificación maestra de nuestro estudio, donde se ordenan los trabajos para permitir optimizar el flujo de producción, minimizar tiempos, maximizar rapidez a los cambios en la demanda de materiales y reducir niveles de inventario, intercambiar información con producción, logística, y comercial, ayudando a racionalizar sus procesos.

En la **tabla No. 9** los frentes de trabajo están divididos en concreto, acero, y encofrado, los sectores de trabajo son, cimientos, verticales y horizontales para el concreto, habilitación y fijación para el acero, y el encofrado solo tienen un sector propio.

Las unidades de producción son las partes en que se dividió la ejecución del edificio y los arreglos son similares, aunque invertidos al Método del tren de Tareas

#### 4.1.3. PLANIFICACION INTERMEDIA (PI)

Es una planificación con anticipo de 3 a 6 semanas. Esta programación detalla mejor la planificación general, incluye información adicional y revisiones de las exigencias de la planificación maestra para evitar interferencias. Esta incluye:

- Revisión de trenes de trabajo y secuencias de actividades.
- Cuantificación de materiales, equipos y mano de obra necesarios para el cumplimiento de las actividades
- Diseño de metodologías de trabajo.

La **tabla No. 10** muestra un formato de planificación intermedia del proyecto en estudio con anticipo de 3 semanas donde se resumen el estado de restricciones más comunes en cada actividad.

Podemos observar los siguientes aspectos:

- Sólo figuran partidas que se realizarán en el transcurso de 3 semanas.
- Tiene metrados por cada día de trabajo, y su cumplimiento definirá la Meta Diaria que formará parte del PCD (Porcentaje de Cumplimiento Diario)
- La distribución de metrados de partidas está distribuida uniformemente según sectores y días, con la meta que dicha distribución lineal simplifique el dimensionamiento de cuadrillas.
- Se programa de lunes a viernes, dejando el día sábado para restos de metrados incumplidos y así llegar a la meta programada.
- Las restricciones que pueden aparecer durante la construcción, usualmente son debido a:
  - Diseño: Entre ellas, falta de planos o diseños del cliente, planos de detalle o especificaciones técnicas detalladas.
  - Interferencias: Sucesos imprevistos, vicios ocultos, yuxtaposición de trabajos con otros contratistas, paralizaciones, huelgas, bloqueo de carreteras o desastres naturales.
  - Cliente Supervisión: Falta de definiciones de Cliente o Supervisor, demoras de entregas de terreno, plataformas

etc. Falta de pagos según valorizaciones, respuestas de consultas, etc.

- Materiales: Falta de materiales necesarios para realizar actividades, material retrasado en espera, materiales en mal estado o con pedido de recambio.
- Mano de obra: Mano de obra insuficiente para magnitud de trabajo programado, falta de mano de obra especializada, certificada o específica.
- Equipos: Falta de equipos necesarios, detención por reparación o cambio de equipos.
- Liberación: Falta de levantamiento de observaciones para realizar trabajos, responsabilidad que compete a especialidades combinadas.
- Ejecución: Cuando se considera en cumplimiento solamente los trabajos enteramente culminados, los trabajos parcialmente avanzados son considerados no terminados y afectan el porcentaje de cumplimiento.

Es importante el seguimiento continuo de la programación intermedia, a través de reuniones semanales, donde se analicen los cumplimientos, el origen de incumplimientos, medidas correctivas y se establezcan nuevos compromisos.

#### 4.1.4. ANALISIS DE LIBERACION DE RESTRICCIONES (LR)

Procedimiento que identifican restricciones generadas en obra, designa responsables y determina fechas límite para el levantamiento de las mismas.

La **tabla No. 11** muestra un modelo de este proyecto con algunas partidas y su respectivo análisis de liberación de restricciones, donde describimos detalles de cada restricción, fecha de su determinación, fecha de su requerimiento, fecha de su reprogramación en obra y personal responsable de cada área.

Entre las restricciones más frecuentes que tuvo nuestro proyecto están:

- Falta de encofrado.
- Problemas de instalaciones en planta de prefabricados y en obra
- Atrasos en suministro de petróleo
- Atrasos en suministro de acero
- Atrasos en suministro de conectores anclajes de estructuras metálicas
- Consultas en planos a especialistas
- Atrasos en alquiler de equipos
- Modificación en Subcontratos

#### 4.1.5. PLAN DE TRABAJO SEMANAL (PTS)

Programación semanal que considera detalladamente actividades sin restricciones, tomando en cuenta la capacidad instalada de trabajo y la carga de trabajo programada para la semana.

La **tabla No. 12** muestra un formato de plan de trabajo semanal, donde se lista los metros de actividades planeadas, los responsables de su ejecución y los días destinados.

#### 4.1.6. PORCENTAJE DE ASIGNACIONES COMPLETADAS (PAC)

Reporte indicador de cumplimiento de actividades que muestra el grado de confiabilidad de nuestra planificación intermedia y semanal, y mide la capacidad del equipo en cumplir las metas planificadas. Este reporte muestra lo siguiente:

-Causas de No Cumplimiento (CNC): Describe fuentes de problemas que evitan la ejecución de asignaciones del Plan de Trabajo Semanal PTS. Deben ser entendidas positivamente como oportunidades de mejora.

-Medidas correctivas: Son las soluciones determinadas por el equipo de trabajo para evitar la repetición de causas de no incumplimiento (CNC) en el futuro.

La **tabla No. 13** muestra un formato de porcentaje de asignaciones completadas, que incluye lo mismo que el plan de trabajo semanal más análisis de causas de incumplimiento y sus medidas correctivas.

Entre las causas de incumplimiento figuran: Falta de personal, Problema de calidad, indefinición de diseño, Interferencias en campo, Error en planos entregados, Incumplimiento en compromisos contractuales, falla de equipos, mantenimiento no programado de equipos, diferencia de metrados, huelgas, marchas sindicales, accidentes, exceso de lluvias, exceso de calor, causas sociales, falta de licencias o permisos, incongruencia de planos con campo, topografía errada, falta de planos, falta de equipos, herramientas, materiales o subcontratista, error en la planificación por rendimiento, error en la planificación por restricciones, problemas de seguridad o problemas con subcontratistas.

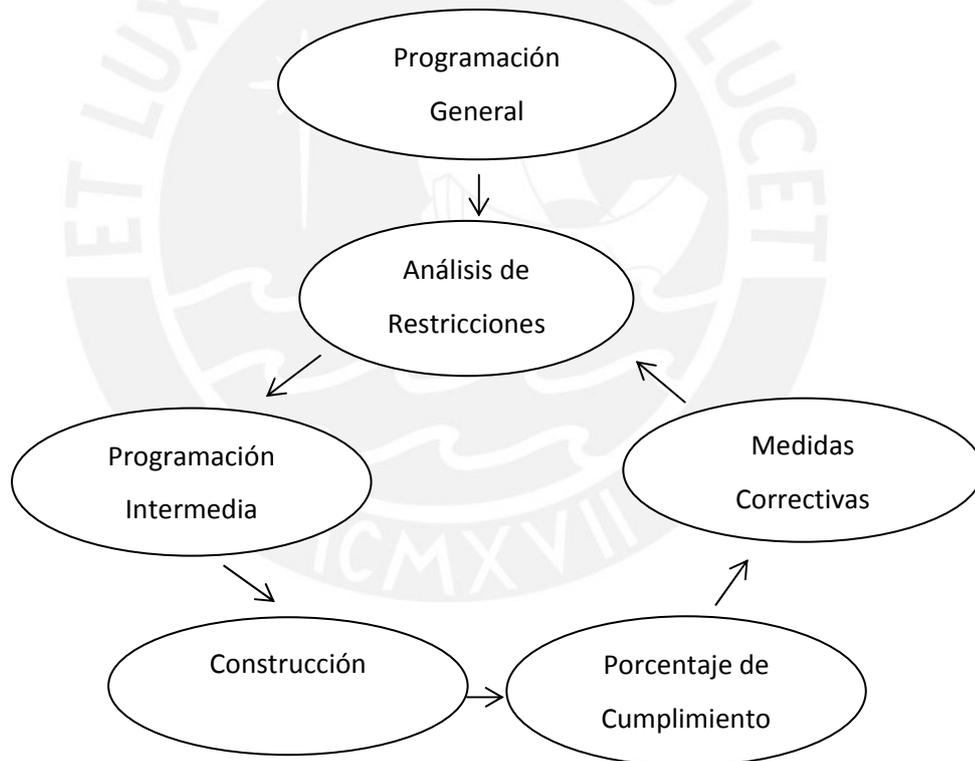
Las áreas responsables de los incumplimientos pueden ser: Administración, calidad, clientes, producción, gerencia, ingeniería de detalle, logística, seguridad, o un agente externo.

#### 4.1.7. TRAZABILIDAD SEMANAL DE PORCENTAJE DE ASIGNACIONES COMPLETADAS (TPAC)

Reporte estadístico acumulado de todas las semanas con datos de porcentaje de actividades completadas (PAC), donde observamos la efectividad de los responsables de las actividades planificadas.

La **tabla No. 14** muestra un formato y grafico de trazabilidad de 16 semanas de obra, donde la línea azul muestra los porcentajes meta, la línea roja muestra los porcentajes semanales reales y la línea verde muestra los porcentajes acumulados reales.

El procedimiento a seguir para desempeñar bien el Anticipo (look ahead) en obra es el siguiente:



La programación general es elaborada por la oficina técnica en obra y es determinada según hitos contractuales. Luego de definir las posibles actividades a realizar, las restricciones hipotéticas son evaluadas (falta de materiales, mano de obra, maquinaria, equipos especiales, definición de planos, cambios de especificación, interferencias de cualquier tipo, etc.). Se considera las actividades programables que

no presentan restricciones. Las actividades no programables con restricciones son mantenidas en espera de su liberación.



Se elabora una programación intermedia con las actividades seleccionadas, de 3 a 6 semanas, haciendo énfasis en los procesos y no en las partidas que figuran en el presupuesto contractual, este tipo de programación debe detallar la construcción diariamente, indicando recursos necesarios para cada actividad.

Las actividades son iniciadas según la programación realizada y se considera la distribución de recursos definida en el paso anterior.

Los cumplimientos de cada actividad son evaluados según la programación intermedia. Después de finalizar cada periodo de actividades se evalúa su cumplimiento con 2 alternativas: Cumplido o Incumplido, para reportar el Porcentaje de Trabajos Completados, es decir, el promedio simple de las actividades cumplidas. Las actividades no cumplidas deben ser revaluadas según sus causas de incumplimiento.

Algunos planificadores programan pocos metrajes o actividades antes de la semana, pero adicionan actividades y metraje extras durante dicha semana para incrementar el porcentaje de cumplimiento, distorsionando los objetivos del método de Anticipo (Look ahead). La cantidad de horas que puede ser programada en la semana es regida por la curva S de horas-hombre planificada. Esta cantidad de horas evita programar menos o más que las que debiéramos y atrasar o adelantar respectivamente la obra.

#### **4.1.8. PROGRAMACIONES SEMANALES**

Son derivaciones del método Anticipo (look ahead) elaborado en la sección anterior, donde son programadas solo actividades que no tienen restricciones, o con restricciones eliminadas y evidentes.

Es necesario considerar las horas-hombre programadas para cada cuadrilla, según rendimientos meta que aseguran el costo dentro de lo previsto en etapa de licitación.

Debemos eliminar restricciones de demás actividades pendientes. Si las restricciones fuesen parte de indefiniciones pendientes del cliente, estas podrían ser motivo de ampliaciones de plazo, o gastos de espera adicionales.

#### 4.1.9. PROGRAMACIÓN LINEAL DE TRENES DE TRABAJO

La cantidad de trabajo es distribuida uniformemente entre los días designados para cada tarea, generando cuotas diarias de producción meta. Al dividir estas producciones meta entre ratios de productividad diaria obtenida de los análisis de precios unitarios, es decir ratios de horas-hombre entre unidades de metraje, obtenemos la cantidad de horas-hombres disponibles para cada día. Al dividir estas horas disponibles diarias entre la jornada laboral de 8 horas, obtenemos las personas operarias necesarias para el trabajo.

Debido a una capacidad mental humana, se recomienda calcular la cantidad de personas ayudantes mediante una proporción de 2 a 1 con las personas operarias, es decir por cada 1 operario debería haber 2 ayudantes.

#### 4.2. CONTROL DE PRODUCTIVIDAD

Servirá para controlar nuestras cuadrillas durante los procesos y se calcula mediante dos variables:

##### 4.2.1. HORAS HOMBRE CONSUMIDAS PARA EJECUCION DE ACTIVIDAD

Es la variable hallada mediante suma directa de los siguientes elementos:

1. Horas de trabajo productivo.- son horas directas invertidas en la tarea
2. Horas de trabajo contributivo.- incluyen horas de otras cuadrillas que apoyan a su actividad, como por ejemplo: carguío de material, acarreo, escarificado de superficies, limpieza de áreas de trabajo y demoliciones.
3. Horas de trabajo no contributivo.- son horas invertidas en trabajos duplicados y tiempos muertos.

Toda esta información se recopila en los tareos diarios registrados por controladores de tareas o capataces.

#### 4.2.2. PRODUCCION REAL MEDIDA EN CAMPO

Es la magnitud física que mide en campo a la mano de obra de cuadrillas determinadas y registrada diariamente en reportes de control.

La división de estas 2 variables es definida como el Índice de Producción, cuya fórmula es definida a continuación:

$$\frac{\text{Horas - hombre consumidas para la tarea}}{\text{Produccion real medida en campo}} = \text{Indice de Producción}$$

La tabla comparativa de evolución entre el Índice de Producción en 4 semanas- figurando 3 semanas pasadas más la semana actual- y el Índice de Producción acumulada de toda la obra sirve para ver la tendencia y la efectividad de las mejoras que han sido implementadas para cumplir su meta. Este cuadro de información es analizado entre los funcionarios de costos, de producción y de gerencia de obra, quienes plantean estrategias para acercar el Índice de Producción ejercido, hacia los Índices de Producción meta, que aseguren valor ganado en el costo directo de las actividades.

En etapas finales de obra, estos índices y los saldos de materiales de obra permiten estimar las horas-hombre que serán utilizadas hasta el cierre de obra, reportando mensualmente datos para predecir si existirá o no sobrecostos en las horas-hombre contractuales de cada partida.

#### 4.2.3. INDICE SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD

Los índices de productividad semanal (ISP) obtenidos- gracias al concepto de Índice de Producción, valga la redundancia- permiten obtener curvas S de productividad acumulada semanal que sirven para identificar gráficamente si nos alejamos o acercamos al rendimiento meta elaborado inicialmente en los análisis de precios unitarios.

$$ISP_{real} < ISP_{meta} < ISP_{real}$$

Cuando el ISP real es menor al ISP meta, estamos cubiertos bajo el costo considerado para la realización de la actividad. Si este índice es muy bajo, posiblemente otras actividades contributivas estén cargando un ISP

Cuando el ISP real es mayor al ISP meta, incurren sobre-costos, debido talvez a sobre-dimensión de cuadrillas, reporte de producción deficiente, control de fases deficiente por parte del tareador o tiempos muertos.

En la **tabla No. 15** figuran 3 tipos de producción:

- Producción semanal real, obtenida en campo
- Producción semanal meta, establecida en los lineamientos del plan de trabajo
- Producción semanal promedio, es el resultado de la semisuma del promedio de cada semana anterior y el índice real de la semana actual. Para mayor entendimiento, se explica un ejemplo:

Este ejemplo muestra la partida de encofrado de vigas en altura, cuya unidad de metrado producido es el metro cuadrado ( $m^2$ ), con lo cual podemos obtener datos de información de Índices Semanales de Producción (ISP)

En la última semana de encofrado de columnas (SEMANA 20) el ISP real es 5.46  $hh/m^2$ , siendo mayor ampliamente al ISP meta de 1.54  $hh/m^2$ , significando que probablemente hay trabajos que no suman valor, como la elaboración de remates, trabajos rehechos, paralizaciones por problemas en el trabajo, problemas de logística, o hay demasiada gente en muy poca tarea. Por ello es beneficioso exigir al personal a programar los remates dentro de los trabajos con mayor metrado. Esta estrategia es conocida en la construcción con el eufemismo: “La carne viene con hueso”, siendo la carne el trabajo con mayor metrado, y siendo el hueso los detalles, remates o trabajos rehechos.

A continuación presentamos la **Tabla No. 16** con los distintos ISP de 4 semanas con horas-hombre correspondientes a la partida de movimiento de tierras localizado, donde podemos observar que debido a que se trata de la última semana, resultan más horas hombre que las programadas, las cuales se incluyen como sobrecosto en el Resultado Operativo (RO). Esto quiere decir que es importante llevar el control de la productividad en obra desde el inicio para no consumir las  $hh$  destinadas a la actividad indicada y luego tratar de recuperar lo perdido, que generalmente es inalcanzable ya que cuando se terminan las partidas aparecen tiempos muertos, esperas o trabajos puntuales que incrementan el ISP.

## 5. COMPARACIÓN DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

### 5.1. COMPARACION ENTRE LOSA COLABORANTES Y. PRE-LOSA

El proyecto original del centro comercial incluía 85% de losas colaborantes en los techos de galerías, tiendas ancla y patio de comidas, pero por facilidad y rapidez en construcción el contratista propuso el uso de pre-losas armadas. En esta sección compararemos entre ambos procesos constructivos.

Losa colaborante es losa de concreto armado con refuerzo inferior de plancha colaborante metálica y suspendida por vigas metálicas conectadas a la estructura.

Pre-losa armada es losa de concreto armado vaciada sobre losa prefabricada. Se utiliza un sistema de alzaprimas para su colocación, pues dicha pre-losa funciona como encofrado permanente.

Sus estructuras de trabajos desintegrados tienen las siguientes fases:

	PRELOSA	COLABORANTE
FASE 1	Movilización de mano de obra y equipo	Movilización de mano de obra y equipo
FASE 2	Habilitación de refuerzo en fabrica	Montaje y fijación de vigas para soporte de losa colaborante
FASE 3	Pre-vaciado de concreto de pre-losas en fabrica	Colocación de soportes verticales de losa en obra
FASE 4	Colocación de soportes verticales de losa en obra	Habilitación y colocación de planchas colaborantes
FASE 5	Izaje y colocación de pre-losas en obra	Colocación de pernos resistentes a corte
FASE 6	Colocación de refuerzo de acero en obra	Colocación de refuerzo de acero en obra
FASE 7	Instalación de redes sanitarias y eléctricas en obra	Instalación de redes sanitarias y eléctricas en obra
FASE 8	Vaciado final de concreto en obra	Vaciado final de concreto en obra

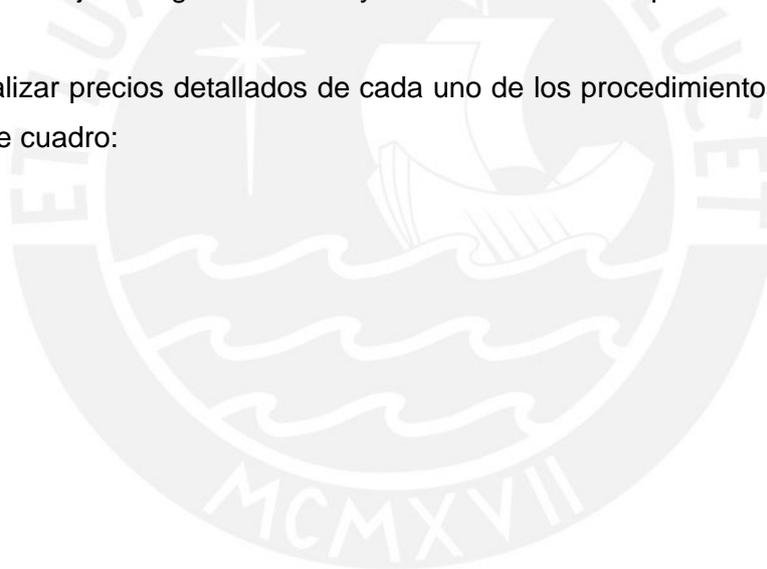
Tabla No. 17. Comparación de estructuras desintegradas de trabajos en losas

Las 2 partidas principales de pre-losa son: la fabricación de la pre-losa, y el vaciado de concreto; La fabricación de pre-losas puede ser terciada y se realiza con materiales convencionales como concreto, acero corrugado, y poli-estireno, esta fabricación puede ser realizada en campo para disminuir costo de flete; además el vaciado en campo, también tiene un procedimiento convencional.

La losa colaborante primero requiere el montaje de vigas metálicas y soldadura de la plancha colaborante a dichas vigas. Esta actividad puede estar restringida por su habilitación, suministro de vigas a campo, y disponibilidad de secciones en el mercado. Luego del montaje y colocación de vigas y plancha colaborante, la losa es vaciada según el procedimiento constructivo convencional.

El procedimiento constructivo de pre-losa es más rápido pues depende de alzamiento y frecuencia de izaje de la grúa, en cambio la losa colaborante depende también de la velocidad de montaje de vigas metálicas y de la habilitación de plancha colaborante.

Podemos analizar precios detallados de cada uno de los procedimientos constructivos en el siguiente cuadro:



LOSA COLABORANTE DE CONCRETO		M3			
<b>MATERIALES</b>					
	concreto fc = 245 kg/cm2	m3	1.03	304.7	313.8
	placa colaborante	ml	20.83	45.60	949.9
	conectores de corte	un d	34.00	1.71	58.1
	vigas metálicas 8" x 18 lb	m	5.00	241.30	1206.5
	material menor	m3	1.00	0.7563	0.8
	reglas	un	3.33	0.6563	2.2
	calugas separadoras	nr	32.85	0.2678	8.8
	clavos	kg	0.33	2.22	0.7
	acero a63-42h	kg	164.00	2.5446	417.3
	alambre negro n 18	kg	0.87	2.21	1.9
				TOTAL MATERIALES (PEN)	2960.1
<b>MAQUINARIA</b>					
	servicio de bombeo concreto	m3	1.03	29	29.9
	apoyos losas h > 5,50m	m2	6.57	1.5	9.9
				TOTAL MAQUINARIA (PEN)	39.7
<b>MANO DE OBRA</b>					
	cuadrilla concreto	hh	2.2	17.05	37.5
	cuadrilla albañil	hh	1.5	17.45	26.2
	cuadrilla carpinteros	hh	1.5	16.84	25.3
				TOTAL MANO DE OBRA (PEN)	88.9
<b>OTROS</b>					
	ensayo compresión concreto	un	0.025	9	0.2
	flete encofrados	m2	6.57	2.82	18.5
				TOTAL OTROS (PEN)	64.7
<b>SUBCONTRATOS</b>					
	sc doblado y colocación de acero	kg	58	1	58.0
	sc instalación de placa colaborante	kg	93	5	465.1
	sc suministro e instalación de conectores	kg	50	10	500.0
	sc suministro e instalación de vigas 8x18 lbs.	kg	132	10	1320.0
				TOTAL SUBCONTRATOS (PEN)	2343.1
				P. UNITARIO (PEN)(\$/m3)	5496.6
				P. UNITARIO (PEN)(\$/m2)	598.8

Tabla No. 18. Análisis de precios unitarios de losa colaborante de concreto

PRELOSA DE CONCRETO		M3			
MATERIALES					
	concreto fc = 245 kg/cm2	m3	1.03	304.7	313.8
	material menor	m3	1	0.7563	0.8
	reglas	un	3.3333	0.6563	2.2
	triplay 4'x8'x18mm	m2	1.314	22.97	30.2
	desmoldante madera	kg	0.2628	6.048	1.6
	calugas separadoras	nr	32.85	0.2678	8.8
	clavos	kg	0.3285	2.22	0.7
	acero de refuerzo	kg	133	2.5446	338.4
	alambre negro n 16	kg	0.87	2.21	1.9
				TOTAL MATERIALES (PEN)	698.4
MAQUINARIA					
	servicio de bombeo concreto	m3	1.03	29	29.9
	encofrado losas h > 5,50m	m2	6.57	19	124.8
	equipo proporcional grúa	hm	1.65	125	206.3
				TOTAL MAQUINARIA (PEN)	361.0
MANO DE OBRA					
	cuadrilla concreto	hh	2.2	17.05	37.5
	cuadrilla albañil	hh	1.5	17.45	26.2
	cuadrilla carpinteros	hh	21.024	16.84	354.0
				TOTAL MANO DE OBRA (PEN)	417.7
OTROS					
	ensayo compresión concreto	un	0.025	9	0.2
	flete encofrados	m2	6.57	9.82	64.5
				TOTAL OTROS (PEN)	64.7
SUBCONTRATOS					
	sc doblado y colocación de acero	kg	58	1	58.0
				TOTAL SUBCONTRATOS (PEN)	58.0
				P. UNITARIO (PEN)(S./m3)	1599.9
				P. UNITARIO (PEN)(S./m2)	426.6

Tabla No. 19. Análisis de precios unitarios de pre-losas de concreto

La losa colaborante cuesta S/. 598.80 x m2 y la pre-losa S/. 426.60 x m2, es decir 29% menos.

Este sustento fue presentado al cliente a través de la supervisión y se cambió de proceso constructivo a PRE-LOSA ARMADA

## 6. CONCLUSIONES

### 6.1. CONCLUSIONES DE RATIOS

La obtención de ratios promediados sirve de referencia para cálculos estimados en futuros proyectos, teniendo en cuenta que cada resultado obtenido está asociado a características particulares de cada proyecto, o dicho de otra forma, si algún proyecto en evaluación difiere en mayoría de caracteres con el centro comercial en estudio, los resultados serían lejanos.

Para la elaboración de estudios de factibilidad y presupuestos de futuros centros comerciales debemos tener en cuenta los siguientes ratios para las partidas de mayor impacto (obtenidos del presupuesto en estudio): Los ratios son sobre área construida.

Excavación Localizada	0.231 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Cimentación	0.091 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Columnas	0.038 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Placas	0.089 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Vigas	0.063 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Losa Colaborante	0.003 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Losa Aligerada + Prelosa	0.157 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Losa Maciza	0.007 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>

Tabla No. 20 Ratios sobre área construida

También definimos ratios por m<sup>3</sup> de concreto de las partidas de Acero y Encofrado de elementos. Estos ratios son útiles para elaborar requerimientos de material en obra y para cálculo de adicionales, aparte nos indican si ciertos elementos pueden estar sobredimensionados y se podría plantear una re-ingeniería.

Armadura de Vigas	220.2 kg/m <sup>3</sup>
Armadura de Columnas	106.5 kg/m <sup>3</sup>
Armadura de Placas	57.5 kg/m <sup>3</sup>

Armadura de Losa aligerada + prelosa	82.7 kg/m <sup>3</sup>
--------------------------------------	------------------------

Encofrado de Columnas	6.1 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Encofrado de Placas	6.5 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Encofrado de Vigas	5.7 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Encofrado de Losa colaborante	9.0 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Encofrado de Losa maciza	5.5 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Suministro de prelosas de Losa aligerada + prelosa	6.4 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>

Tabla No. 21 Ratios sobre volumen de concreto

## 6.2. CONCLUSIONES DE COMPARACION DE LOSAS

La comparación entre losas colaborantes y pre-losas fue basada en costos y constructibilidad

Según el costo, el sistema de pre-losa es más ventajoso, pues no requiere encofrado en la cara inferior de fondo, solo se considera su apuntalamiento, a diferencia que la losa colaborante considera apuntalamiento y montaje de vigas metálicas, encareciendo su costo.

Según el análisis de precios realizado obtuvimos:

P.U. Losa Colaborante: S/.598.80 /m<sup>2</sup>

P.U. Losa + Prelosas: S/.426.60 /m<sup>2</sup>

Según la constructibilidad, la pre-losa involucra izaje de pre losa, habilitación de losa superior y vaciado, bajo responsabilidad del constructor. En cambio la losa colaborante permite participar a más de un contratista en sus fases de montaje de vigas metálicas, montaje de planchas, habilitación de losa superior, vaciado y otras tareas, generando un tren de trabajo más largo e interdependiente, aumentando la probabilidad de aparición de restricciones, como por ejemplo: si no se consiguen perfiles o planchas de anclaje a tiempo, se detiene el avance de la losa.

Concluimos que la alternativa de losa aligerada con pre-losas es la más conveniente para proyectos de centros comerciales de este tipo.

### 6.3. CONCLUSIONES DE PLANEAMIENTO

Debido a la gran magnitud de la obra, tuvimos que dividir las 2 edificaciones en sectores que permitan distribuir uniformemente los volúmenes de concreto en elementos verticales y horizontales, poder tener programaciones lineales de trabajo, y elaborar el cronograma sectorizado de la obra, considerando trenes de trabajo y cuadrillas especializadas para cada elemento dentro de partidas. Por ejemplo, la cuadrilla de encofradores de elementos verticales es distinta a la otra cuadrilla de encofradores de losas, quienes usualmente no cambian de elemento a encofrar hasta terminar la edificación, sino que van trasladándose a demás sectores, generando aprendizajes especializados.

Se comprobó en esta obra que esta metodología genera mejores rendimientos y mejor distribución y control de recursos.

### 6.4. CONCLUSIONES DE CURVAS S

Las curvas S permiten prever la cantidad de recursos a ser consumidos en determinadas etapas del proyecto y estar dentro del plazo. Si la curva de avance real está ubicada sobre la curva de avance previsto, significa dos cosas: O el proyecto está más adelantado que lo esperado o el costo directo es mayor al presupuestado (pérdida). Si la curva de avance real está ubicada bajo la curva de avance previsto, significa dos cosas: O el proyecto está más atrasado que lo programado o el costo directo es menor al presupuestado (ahorro). Según este criterio podemos concluir que siempre y cuando los costos estén debajo de lo presupuestado, la curva S nos refleja el avance o el atraso del proyecto.

### 6.5. CONCLUSIONES DE MATERIALES Y MANO DE OBRA

La curva S de materiales y curva S de horas-hombre, indican si estamos consumiendo la cantidad adecuada o si nos retrasamos al no consumir suficiente, incurriendo en sobrecostos.

El histograma o cronograma de recursos permite obtener cantidades semanales para formular pedidos y contratar gente según trabajos disponibles. Y debe ser actualizado mensualmente debido a modificaciones, cambios y disponibilidad.

Estos calendarios y curvas S de materiales y horas hombre son indispensables, estos permitieron programar el ingreso del personal hasta llegar al pico de la fuerza laboral (600 trabajadores aproximadamente), al mes y medio de haber comenzado la obra.

## 6.6. CONCLUSIONES DE LOOKAHEAD Y LAST PLANNER

Look Ahead Planning es una herramienta que nos permite la programación y seguimiento a detalle de las actividades a realizar en un horizonte de 3 a 6 semanas. La implementación de esta metodología facilitó la programación de las actividades con mayor cercanía a la realidad de la obra, también permitió identificar las restricciones de semanas siguientes, lo cual evito paralizaciones y perdidas en la ejecución de las tareas.

## 6.7. CONCLUSIONES DE INDICES DE PRODUCTIVIDAD

Los índices de productividad contribuyen al manejo, programación y control de actividades en obra, indicando la gestión de recursos y ayudando a calcular costos según tendencias de últimas semanas, alertando si se incurre en sobrecosto, discutiendo estados de productividad, detectando estrategias y mejorando tecnologías. En la construcción del centro comercial se recogió información de la productividad de las diversas cuadrillas que integraban ambos frentes, TIENDA ANCLA y TIENDA HOGAR. Los resultados fueron útiles para detectar sobrecostos y proponer mejoras en los procesos constructivos para evitar trabajos rehechos, exceso de transporte horizontal y trenes de actividades con pausas.

El éxito en la ejecución de obras depende en gran parte de la capacidad de planeamiento y control de los materiales y actividades a realizar en la construcción. El espíritu de esta tesis tiene como intención brindar una alternativa de plan, ejecución y control mediante los procedimientos y recomendaciones descritas a lo largo de todas las páginas anteriores y que servirán de guía de referencia para construcción de posteriores centros comerciales.