

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROGRAMACIÓN DE OBRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
UN EDIFICIO DE 06 PISOS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ORLANDO ALCIDES FRANCIA MARCHENA

Lima- Perú

2015

Dedicatoria:

A mi Mamita Victoria. a mi madre Máxima. a mi Padre Félix, a mis hijos Angie y Gandhi, a mi Esposa Yovana. a mis Hermanos Arturo. María, Lucho y Neto, a mi abuelo José, mis tíos los Marchena y todas las personas que me apoyaron a lo largo de este tiempo.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
1.1 GENERALIDADES	8
1.2 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	9
1.3 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO	10
1.4 PRESUPUESTO DEL PROYECTO	15
1.4.1 Presupuesto general	15
CAPITULO II: PLANEAMIENTO DEL PROYECTO	16
2.1 PLANEAMIENTO GENERAL PARA LA OBRA	16
2.2 MÉTODOS DE ORGANIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVO	21
2.2.1 Método Sucesivo	21
2.2.2 Método Paralelo o Simultaneo	22
2.2.3 Método en Cadena	24
2.3 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE ORGANIZACIÓN EN EL PROYECTO	25
CAPITULO III: TEORÍA DEL MÉTODO DE LA CADENA EN LA CONSTRUCCIÓN	26
3.1 LA CONSTRUCCIÓN EN CADENA	26
3.1.1 Generalidades	26
3.1.2 Objeto de Construcción	26
3.1.3 Procesos de Construcción	26
3.1.4 Normal Tecnológica	29
3.1.5 Requisitos para la construcción en cadena	29

3.1.6 Cadena de construcción	30
3.1.7 Cadena Particular	30
3.2 PARÁMETROS DE LA CADENA DE CONSTRUCCIÓN	30
3.2.1 Parámetros de Espacio	30
3.2.2 Parámetros Tecnológicos	32
3.2.3 Parámetros de Tiempo	33
3.3 FORMAS DE ORGANIZAR LA PRODUCCIÓN EN CADENA	35
3.3.1 Proceso no Desmembrado	36
3.3.2 Proceso Desmembrado	36
3.4 CADENA PARTICULAR	36
3.4.1 Definición	36
3.4.2 Clasificación	36
3.5 CADENA ESPECIALIZADA	41
3.5.1 Definición	41
3.5.2 Clasificación	42
3.5.3 Esquemas de desarrollo de la cadena de construcción	46
3.6 CADENA OBJETO	49
3.6.1 Definición	49
3.6.2 Parámetros de la Cadena Objeto	49
3.6.3 Clasificación	50
CAPITULO IV: APLICACIÓN DEL METODO DE LA CADENA PARA EL PROYECTO	51
4.1 GENERALIDADES	51
4.2 DISEÑO DE LA CADENA DE CONSTRUCCIÓN	52
4.2.1 Definición del objeto de construcción	52
4.2.2 Duración de la cadena objeto	52
4.2.3 Frente de Trabajo	52
4.2.4 Elección de la cadena de construcción	53
4.2.5 Definición de la normal tecnológica	53
4.2.6 Esquema de desarrollo	55
4.2.7 Definición de número de procesos componentes (n)	56
4.2.8 Definición del parámetro de espacio (m)	56
4.2.9 Definición del módulo de ciclicidad (k)	56

4.3	DISEÑO DE LAS CADENAS ESPECIALIZADAS	58
4.3.1	Cadena especializada de cimentación	59
4.3.2	Cadena especializada de estructura	59
4.3.3	Cadena especializada de cobertura	60
4.3.4	Cadena especializada de acabados húmedos y secos	60
4.3.5	Cadena especializada de obras exteriores	61
4.4	CALCULO DE LOS RECURSOS ASIGNADOS	62
4.5	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN	64
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		66
5.1	CONCLUSIONES	66
5.2	RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA		69
ANEXOS		70

RESUMEN

El tema del presente Informe de Suficiencia es la “Programación de obra para la construcción de un edificio de 06 pisos”, aplicando el método de la cadena para la construcción en el proyecto de nuestro informe.

Unos de los problemas que se encuentra en la ejecución de un proyecto es el tiempo que demoran en ejecutarse; por lo que se buscan métodos constructivos que puedan acortar los plazos de ejecución de los trabajos de construcción de los proyectos a desarrollarse.

Para disminuir el tiempo de ejecución del proyecto se aplicó el método de la cadena para la construcción; ya que este método de construcción en cadena, nos permite elevar la productividad organizando las actividades en forma continua y repetitiva generando así una alta confiabilidad en la programación, un consumo de recursos uniforme y además nos muestra gráfico que representan la ejecución de las actividades en su espacio y tiempo

En el Capítulo I, se indica la descripción del proyecto, dando una información general del proyecto, la memoria descriptiva y el presupuesto general del proyecto.

En el Capítulo II, se indica el planeamiento general para la obra, los métodos de organización de procesos constructivos que se conoce y la elección del método de organización que se va a usar para el presente proyecto.

En el Capítulo III, se indica la teoría del método de la cadena en la construcción.

En el Capítulo IV, se hace la aplicación del método de la cadena para el proyecto.

En el Capítulo V, se indica las conclusiones y recomendaciones deducidos de este proyecto.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01: Método Sucesivo - Proceso constructivo	21
Figura N° 02: Método Sucesivo - Consumo de recursos	22
Figura N° 03: Método Paralelo - Proceso constructivo	23
Figura N° 04: Método Paralelo - Consumo de recursos	23
Figura N° 05: Método en Cadena - Proceso constructivo	24
Figura N° 06: Método en Cadena - Consumo de recursos	25
Figura N° 07: La construcción en Cadena	28
Figura N° 08: Módulo de Ciclicidad	33
Figura N° 09: Factor de módulo de Ciclicidad	34
Figura N° 10: Paso de la Cadena Caso 01	34
Figura N° 11: Paso de la Cadena Caso 02	35
Figura N° 12: Paso de la Cadena Caso 03	35
Figura N° 13: Cadena Particular Rítmica	37
Figura N° 14: Cadena Particular Aritmica	39
Figura N° 15: Cadena Particular Equivalente	40
Figura N° 16: Cadena Especializada	41
Figura N° 17: Cadena Especializada Rítmica sin Interrupción	42
Figura N° 18: Cadena Especializada Rítmica con Interrupción	44
Figura N° 19: Cadena Especializada con ritmo Múltiple	45
Figura N° 20: Cadena Especializada Aritmica	46
Figura N° 21: Esquema de desarrollo Horizontal	46
Figura N° 22: Esquema de desarrollo Vertical Ascendente	47
Figura N° 23: Esquema de desarrollo Vertical Descendente	48
Figura N° 24: Esquema de desarrollo Horizontal - Vertical Ascendente	48
Figura N° 25: Esquema de desarrollo Horizontal - Vertical Descendente	48
Figura N° 26: Cadena Objeto	49
Figura N° 27: Normal tecnológica de la C. E. de cimentación	54
Figura N° 28: Esquema de desarrollo Horizontal del proyecto	55
Figura N° 29: Esquema de desarrollo Vertical ascendente del proyecto	55
Figura N° 30: Cuadro de Recursos asignados	63
Figura N° 31: Ciclograma de la C. E. de cimentacion	64

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

C.E.	: Cadena Especializada
C.O.	: Cadena Objeto
C.P.	: Cadena Particular
C	: Factor de Modulo de Ciclicidad
EPPs	: Equipos de protección personal y seguridad
HH	: horas-hombre
HM	: horas maquina
	: Intensidad de la Cadena
k	: Modulo de Ciclicidad
k_e	: Modulo de ciclicidad equivalente
k_o	: Paso de la cadena
m	: Número de unidades de producción
n	: Número de cadenas particulares
N	: Número de cuadrillas o ejecutores
P	: Volumen de trabajo
P_e	: Volumen de trabajo equivalente
Q	: Trabajosidad
S	: Rendimiento de la cuadrilla en la unidad de tiempo
T	: Duración de la cadena de construcción
t	: Duración de la cadena particular Rítmica
T_{cp}	: Duración del ciclo de producción
T_{ct}	: Duración del ciclo tecnológico
t_e	: Duración de la cadena equivalente
T_o	: Tiempos Organizativos
p_r	: Periodo de salida del producto.
T_t	: Tiempo Tecnológico
Z	: Ciclo tecnológico de la cadena objeto
	: Ciclo tecnológico de la cadena especializada I
Z''	: Ciclo tecnológico de la cadena especializada II
	: Factor que permite redondear el número de ejecutores

INTRODUCCIÓN

En estos tiempos donde existe una gran demanda de vivienda en nuestro país, se están construyendo edificaciones multifamiliares de varios pisos en diferentes zonas de nuestra ciudad tanto por el sector privado como del estado.

Estas inversiones que realizan el sector privado requiere de un pronto retorno de su capital por lo que se buscan métodos que le puedan acortar los plazos de ejecución de los trabajos de construcción de sus proyectos.

Existen diferentes métodos o técnicas constructivas para tratar de acortar los plazos de ejecución de un proyecto, pero el plan que se va a desarrollar es aplicando el método constructivo en cadena.

En el presente informe de Ingeniería tiene como objetivo presentar la aplicación de técnicas de programación usando el método de la construcción en cadena en departamentos típicos de vivienda.

El método en cadena es un método de producción continua y uniforme, basado en la división del proceso del proceso integral de producción, división de trabajo, simultaneidad y ritmicidad de ejecución de los procesos.

Con este método de trabajo nos permitirá en la construcción del edificio optimizar los tiempos de ejecución, elevar la producción, disminuir tiempos improductivos, disminuir costos y una mejor organización de trabajo; teniendo como consecuencia que se mejore los márgenes de ganancia del inversionista.

El desarrollo del informe se basa en una planeación general del proyecto, contando con la teoría y principios básicos del método de la cadena para la construcción para poder hacer su aplicación al proyecto del presente informe.

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 GENERALIDADES

El proyecto corresponde a la construcción del edificio multifamiliar de viviendas de 06 niveles, donde el primer nivel viene hacer el semisótano y del segundo al sexto nivel se encuentran los 10 departamentos, donde se va a construir dos departamentos típicos por piso.

El edificio está ubicado en la calle Isaac albeniz con lote 34 MZ H, en la Urbanización las magnolias del distrito de San Borja, provincia de Lima, Departamento Lima. Cuyo terreno es de un área de 342.89 m², con un frente de 11.91 m, un fondo de 11.92 m, por el lado derecho con 28.79 m. y por el lado izquierdo con 28.79 m.

En el semisótano se están considerando los estacionamientos, los depósitos, la cisterna con su respectivo cuarto de bomba y el ingreso al ascensor para los departamentos.

Debemos señalar que en el ingreso del primer nivel, también se cuentan con estacionamientos, en la parte del retiro del edificio.

A partir del segundo al sexto piso están los departamentos de dos por piso y teniendo el ingreso a ellos por la escalera común o por el ascensor. El departamento típico cuenta con una sala, comedor, baño de visita, cocina-lavandería, un estudio que puede ser una habitación, dos dormitorios, uno de ellos con baño propio.

En la azotea se encuentra el área de servicio donde están ubicados el tanque Elevado con una capacidad de y el cuarto de máquinas del ascensor.

El sistema constructivo del edificio multifamiliar será de pórticos de concreto armado, siendo los elementos verticales las placas y columnas y los

elementos horizontales losas aligeradas, losas macizas y vigas en todos los niveles.

El semisótano presenta muros de contención, zapatas aisladas, vigas de cimentación para los elementos verticales distribuidos dentro del área de construcción y cimientos corridos para los muros perimétricos.

El pozo del ascensor, la cisterna, el cuarto de máquina, el pozo de las escaleras están formadas por placas de concreto armado.

Las instalaciones eléctricas, sanitarias, en su mayoría se encuentran empotradas en los muros salvo en el semisótano que se encuentran visibles. Los muros divisorios de ambientes de los departamentos destinados para viviendas son muros confinados con columnetas de concreto armado.

La cobertura de la azotea será con ladrillos pasteleros asentados con mortero.

Se contara con bombas de impulsión para agua desde la cisterna al tanque elevado, bomba de impulsión del desagüe en el semisótano.

El ascensor tendrá capacidad para 06 personas que ira desde el semisótano hasta el último nivel.

1.2 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Obra: Edificio Multifamiliar Cecilia Noemí

Ubicación: calle Isaac albeniz con lote 34 MZ H

Distrito: San Borja

Propietario: Sr. Aníbal Quintanilla

Contratista: Constructora JQL SAC

Plazo de ejecución: 210 días calendarios.

Inicio de trabajos: 05 de mayo del 2008

Áreas:

Área del terreno: 342.89 m²

Áreas techadas:

NIVEL	Área Construida (m2)
Semisótano	263.67
Primer Piso	231.49
Segundo Piso	231.49
Tercer Piso	231.49
Cuarto Piso	231.49
Quinto Piso	231.49
Azotea	7.83
Total de área construida	1,428.95

1.3 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

La presente Memoria Descriptiva está referida al Proyecto de Arquitectura del Edificio Multifamiliar Cecilia Noemí propiedad del Sr. Aníbal Quintanilla.

UBICACIÓN:

Dicho proyecto está ubicado en la calle Isaac albeniz con lote 34 MZ H, a dos cuadras de la Avenida Aviación, en el distrito de San Borja, provincia Lima, departamento Lima.

Es una zona consolidada, está dirigida al sector socio económico medio B-1.

La ubicación se considera adecuada para el producto que se ofrece. Es de fácil acceso a través de importantes vías de circulación como las Avenidas Aviación, San Borja Sur, Angamos; cerca de todos los servicios necesarios para una vivienda y de grandes centros comerciales cercanos, así como de importantes centros de estudios entre universidades, academias y colegios particulares; que sin duda generan valor y viabilidad al proyecto.

EL ENTORNO URBANO:

La zona donde se ubica el terreno es altamente residencial y cuenta con las siguientes ventajas:

Muy buena ubicación; con frente principal hacia el parque de los periodistas, con jardín y veredas peatonales, que se encuentran en buen estado de conservación, dentro de un área protegida y con caseta de vigilancia privada. El proyecto se localiza en una zona residencial y consolidada donde se ubican modernos departamentos y casas unifamiliares de buen nivel para el segmento.

EL PROYECTO:

El presente proyecto comprende 06 niveles, del cual el primer nivel es para el Semi sótano y del segundo al quinto nivel para los 10 departamentos flat Típicos a construirse, siendo dos departamentos por piso.

El edificio planteado cuenta con 10 estacionamientos ubicados entre el semisótano y el frontis del edificio; por otro lado los departamentos se encuentran longitudinalmente al terreno separados por un ducto de ventilación e iluminación natural; así mismo, se presenta un núcleo de distribución que cuenta con una escalera amplia y un ascensor para el cómodo acceso hacia cada departamento al interior de edificio. El planteamiento arquitectónico responde a la premisa de crear ambientes agradables al interior de la edificación, de manera que los departamentos cuenten con suficiente iluminación y ventilación.

De los diez departamentos son del tipo flat, con tres dormitorios cada uno; El acceso principal al edificio es para la calle Isaac Albeniz; a través de un hall de distribución que se conecta con el núcleo central comunicando a todos los niveles del edificio mediante un ascensor y escalera adyacentes.

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO:

El terreno es geoméricamente rectangular con las siguientes dimensiones:

Área del terreno	:	342.89 m2.
Frente Jr. Isaac Albeniz	:	11.91 m.
Frente lateral izquierdo	:	28.79 m.
Frente lateral derecho	:	28.79 m.

Fondo	: 11.92 m.
Forma	: Rectángulo regular

CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPARTAMENTOS:

Las áreas proyectadas para cada tipo de vivienda, permiten obtener una distribución arquitectónica con características que posibilitan una residencia con adecuados niveles de comodidad e integración de los ambientes, que se traduce en amplia sala comedor, cómodos dormitorios con closet, baño incorporado, baño, cocina y lavandería.

Complementando el diseño arquitectónico, se ha procurado equipar cada unidad de vivienda con servicios de agua fría y caliente, toma telefónica, toma para tele-cable, intercomunicador.

DESCRIPCIÓN DE ACABADOS:

A) De los Departamentos:

- a. Muros interiores de bloques de sílico-calcáreo, columnas y vigas de concreto armado, tarrajeados, empastados con temple y pintados con pintura Vence Látex de Vencedor.
- b. Techos de losa aligerada horizontal de concreto armado recubierto con empaste blanco con zoquetes marca BTicino.
- c. Puerta principal de madera cedro, laqueada y barnizada con marco ancho de madera cedro de 6 pulgadas, con cerradura de embutir con manija y placa exterior de acero inoxidable marca Parker, modelo San Remo 2417SS de dos golpes.
- d. Puertas interiores contra placadas con planchas de MDF con marcos de madera y sobre marco con vidrio, pintadas al duco color blanco hueso, modelo Francia, con cerradura de manija de la marca YALE o PIT, para todas las habitaciones.
- e. Closet con puertas tipo batientes en melamine de 18mm. con tapa canto grueso, jaladores de asa de metal, al interior constara de un maletero superior, tubo colgador de acero inoxidable, pantalonera, divisiones para artículos diversos, espejo exterior, entre otros.

- f. Pisos laminados de 8mm con zócalos de madera en Sala-Comedor, Pasadizos, Dormitorio 1, Dormitorio 2 y dormitorio 3.
- g. Pisos Cerámicos Celima en los Baños 1 y 2, en Cocinas, en Balcones, Patio y Tendal.
- h. Baño 1 (Principal) con ducha y/o tina; Cerámicos Celima en piso y pared hasta la altura de 2.15 m.
- i. Sanitarios modelo One Piece en marca TREBOL o BRIGGS modelo Stratos, lavatorio marca TREBOL o BRIGGS con mueble; griferías, mezcladoras de lavatorio, ducha y tina, marca VAINSA modelo Clasic Lever o Franz Vigener modelo Alegre o Trébol modelo Iris.
- j. Baño 2 en color con ducha, Cerámicos CELIMA en piso y pared hasta la altura de 2.15 m; sanitarios modelo Top Piece marca TREBOL, lavatorio modelo Manantial con pedestal marca TREBOL y griferías mezcladoras de lavatorio y ducha marca TREBOL o VAINSA.
- k. Muebles Bajos de melamine en cocina, con el frente de puertas batientes y un módulo de 4 cajones; el tablero de dicho mueble es concreto con revestimiento de cerámica Celima sobre ésta, hasta una altura de 0.60m, enchape Cerámico Celima; además lavadero de acero inoxidable de una poza y un escurridero de marca RECORD, mezcladora a la pared con pico giratorio, marca TREBOL modelo Iris o VAINSA modelo Clasic Lever.
- l. Ventanas y Mamparas de vidrio doble con filetes de Aluminio y seguros.
- m. Medidor de luz Monofásico.
- n. Placas de tomacorriente e interruptores de marca BTicino modelo Modus Plus.
- o. Tablero Eléctrico con llaves Termo magnéticas en cada departamento.

B) Del Estacionamiento:

- a. Piso de Cemento frotachado, limitados y enumerados con pintura.
- b. Puerta de acceso Vehicular de uso común del tipo levadiza según lo especificado en los Tipos de Acabados a Realizar del Edificio.
- c. Control remoto para cada propietario de un estacionamiento.

C) Del Edificio y Áreas Comunes:

- a. Los Muros de las fachadas, ingresos, circulaciones, Hall y escaleras, son imprimados y pintados con pintura Vence Látex Vencedor.
- b. Pisos del Estacionamiento en cemento frotachado.
- c. Pisos del Hall de ingreso y recepción con cerámicos Celima.
- d. Puertas de los depósitos contraplacadas de triplay con chapa de tipo bola marca Black&Decker modelo Geo, paredes y muros pintados con Supermate Vencedor.
- e. Ascensor para seis personas, con cinco paradas desde el quinto piso hasta el semisótano y viceversa.
- f. Puerta principal de ingreso al edificio de madera cedro con detalles y con vitral en parte de la puerta, con portero eléctrico.
Ventanas de vidrio doble, color natural, en áreas comunes.
- g. Escalera tipo gato en fierro para acceso al área de mantenimiento del Tanque Elevado y Cuarto de Máquinas del Ascensor.
- h. Intercomunicador con portero eléctrico COMMAX con cámara de video.
- i. Sistema a Control remoto para la apertura de la puerta de acceso vehicular.
- j. Suministros de energía eléctrica con medidor trifásico para los tableros de distribución de los servicios generales y de las áreas comunes, estos tableros Eléctricos contienen llaves de interrupción Termo Magnéticas y sistema de Control.
- k. Placas de Tomacorrientes e interruptores marca BTicino modelo Modus Plus.
- l. Red de tomacorrientes e iluminación cableados.
- m. Cisternas y Tanque Elevado con sus respectivos sistemas de control y bombeo.

ESTRATEGIA DE PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD:

Sobre la promoción y la publicidad del proyecto, se ha previsto avisos pequeños, con la foto del edificio inicialmente. Luego se cambiara por otro mediano.

Se elaborará un brochure de buena calidad. El precio y los tipos de departamentos se informaran en la caseta de ventas. Todo material publicitario tendrá el logo de la marca de la empresa y del banco que lo financia.

Adicionalmente se emplearan medios como la página web de la empresa en que se anuncia el proyecto, secciones inmobiliarias de bancos revistas, y un adecuado cartel de obra ubicado en un lugar visible y estratégico de la obra.

1.4 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

1.4.1 PRESUPUESTO GENERAL

PRESUPUESTO GENERAL

OBRA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR CECILIA NOEMI
UBICACIÓN : Calle ISAAC ALBENIZ N° 111 - SAN BORJA
CONSTRUCTORA: JQL CONSTRUCTORES SAC

ITEM	DESCRIPCION	COSTO DIRECTO
01	Presupuesto de Estructura	556,965.10
02	Presupuesto de Arquitectura	632,861.94
03	Presupuesto de Instalaciones Sanitarias	46,969.45
04	Presupuesto de Instalaciones Eléctricas	78,719.10
COSTO DIRECTO TOTAL (S/.)		1,315,515.58
GASTOS GENERALES (8%)		105,241.25
UTILIDAD (7 %)		92,086.09
SUB TOTAL		1,512,842.92
IGV (18 %)		272,311.73
TOTAL PRESUPUESTO (S/.)		1,785,154.65

SON : UN MILLON SETECIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL CIENTO CINCUENTA Y CUATRO CON 65/100 NUEVOS SOLES

CAPITULO II

PLANEAMIENTO DEL PROYECTO

2.1 PLANEAMIENTO GENERAL PARA LA OBRA

El planeamiento es una herramienta fundamental para la toma de decisiones en la construcción. Sin planeamiento, el curso de acción en la ejecución de un proyecto se transforma en una serie de cambios sin dirección.

En esta etapa se tomo un conjunto de decisiones para buscar de lograr los objetivos de nuestro proyecto de la manera más eficiente que sea posible.

Se trata de hacer un trabajo con el adecuado control de calidad al menor costo posible logrando organizar, ordenar y controlar las acciones que se deben de tomar para el buen desempeño de la obra.

Las acciones que se tomaron en cuenta, son las siguientes:

CONOCIMIENTO DEL LUGAR DE OBRA:

Antes de inicio de trabajo se tuvo un reconocimiento del lugar de la obra para identificar las condiciones de la zona de trabajo y las vías de acceso cercanas a la obra que en nuestro casos eran las avenidas Aviación y San Borja Sur para que nos facilite la tarea de almacenamiento de materiales y también de eliminación de material.

Además se tuvo conocimiento de las posibles redes de canalización de agua, desagüe, luz y teléfono.

Se hizo un reconocimiento en los alrededores de la obra para conocer los recursos locales, para identificar los expendios cercanos los cuales nos sirvieron para el abastecimiento de materiales en la obra. Así

como también la adquisición de materiales que se requieren con calidad de urgencia.

LICENCIAS Y/O PERMISOS:

Antes de inicios de los trabajos se coordinó con la Municipalidad de San Borja para tener en orden todas las licencias correspondientes a los temas municipales como son licencias de demolición, construcción, uso de vías públicas, etc.

Además se tuvo coordinación con la comisaría más cercana a la obra para que nos apoyen en el tránsito vehicular, como por ejemplo en los vaciados de concreto premezclado con bomba para evitar el tráfico vehicular en el lugar.

RECURSO HUMANO:

Se tuvo que definir la organización de la obra; los cargos del personal y la conformación de los grupos de trabajo con que se trabajaría en el proyecto. Se armó cuadrillas de trabajo eficientes y con tareas definidas. Teniendo en claro el lugar de cada uno de los trabajadores en la obra, un orden establecido y el respeto mutuo que son clave para el éxito; además se capacito al personal para algunas trabajos específicos.

La empresa conto con una cuadrilla de personal de casa, básicamente para la ejecución de los trabajos preliminares, movimiento de tierras, manipuleo de materiales, vaciados de concreto. Para el resto de los trabajos correspondientes a este proyecto se subcontrató.

EQUIPOS Y MAQUINARIAS:

Se determinaron y trasladaron los equipos, maquinarias y herramientas que se utilizaría para los trabajos en obra antes de inicios de los mismos.

La cantidad y el tiempo que se necesitaron de los recursos como los

equipos, maquinarias y herramientas en obra se determinaron según el ciclograma de trabajo.

DISTRIBUCIÓN DE ESPACIO:

- La vía de ingreso a obra fue por la rampa que va al semisótano ya que se tenía que hacer una excavación masiva en la zona del semisótano. Este camino nos permitió el acceso a todos los puntos de la obra.
- Para la ubicación de la oficina, almacenes, vestuarios y servicio higiénicos se tuvo en cuenta las vías de acceso común, los cercos, talleres, los empalmes de los servicios públicos de agua, desagüe y luz
- También se tuvo que tener en cuenta el transporte interno de los materiales desde su ubicación hasta el frente de trabajo, o desde las áreas de preparación y habilitación hacia su montaje o colocación final.
- El almacenamiento de los materiales como agregados se almacenaran en el retiro del edificio y según se usaba se pasaba al semisótano para su preparación. En el caso de los ladrillos se colocaron en el retiro y se transportara al frente de trabajo para su uso.
- La preparación de la mezclas, morteros y concretos se realizaron en el semisótano y de ahí se transportaban hasta el frente de trabajo.
- El transporte de materiales y mezclas hacia pisos superiores se realizó con un winche eléctrico. El cual se ubicó en el frente de la obra o cambiando piso a piso según avance.
- La mezcladora estuvo ubicado en un lugar intermedio entre el cemento y los agregados para minimizar el transporte de ellos.
- Los talleres de habilitación, se ubicaron lo más cercano a los frentes de trabajo.

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN:

- El almacenamiento de materiales en obra se dispuso de tal manera que había permanentemente una reserva a pie de obra para dos a tres jornadas de trabajo, y se aumentaba este margen de seguridad cuando se preveían retrasos en materia de aprovisionamiento.
- Se tuvo una coordinación continua con los proveedores que abastecían los materiales. Ya que si se estaba aplicando un método de construcción continuo como es el método de construcción en cadena los materiales no tenían por qué faltar en obra; ya que llevaría a cortar la producción y generar un retraso en la programación de trabajo.
El abastecimiento de materiales se hacía con anterioridad y rigiéndose al ciclograma de trabajo que se tiene.
- Las reservas almacenadas de agregados, cemento y fierros se trató que se encuentren en un lugar de fácil acceso y cómoda distribución.

SEGURIDAD INDUSTRIAL:

- Se tuvo en obra un plan de Seguridad para la prevención de los riesgos ocupacionales y proteger la salud e integridad física y mental del recurso humano que laboro en la obra.
Para esto existen las normas de seguridad que todo contratista debe tener y cumplir cuando se realiza los trabajos en las obras.
Durante la ejecución de los trabajos de construcción del edificio se ejecutaron las siguientes acciones:
 - i.- En coordinación con el personal se eligió un comité de seguridad de obra.
 - ii.- Se proporcionó al personal los EPPS para su protección necesaria según la labor a realizar.
 - iii.- Se dictaron charlas de 05 minutos todos los días incidiendo en la seguridad que deben tener según las tareas a realizar.

- iv.- Se hicieron las señalizaciones de los accesos y circulación dentro de la obra para evitar accidentes de todos los tipos.
- En este tema de seguridad se tuvo que trabajar según lo especificado en las normas y siguiendo el plan de seguridad que se tenía en obra. Ya que de haber existido un accidente hubiese llevado a la paralización parcial o total de la obra, con lo que no se hubiese podido cumplir con la programación de trabajos.

EL ENTORNO A LA OBRA:

- Entorno de la obra en el aspecto social; Se averiguo y se tuvo conocimiento de quienes eran los representantes de sindicato de construcción en la zona. A su vez se estaba preparado para recibir personas que se acercaban a la obra haciéndose pasar como representantes del sindicato o personas autodenominadas de población.
- Seguridad en el entorno de la obra; se tuvo un plan de trabajo en los trabajos exteriores para evitar cualquier accidente o incidente que podíamos ocasionar por acción del trabajo hacia los propietarios de las edificaciones de nuestro alrededor o cualquier persona que se encontraba circulando alrededor de la obra.
De esta manera evitamos de tener una mala relación con los vecinos ya que a veces por sus quejas antes las autoridades correspondientes llegan a paralizar las obras. Por eso fue vital tener una buena relación con los vecinos y un plan de trabajo para evitar algún problema.
- Prevención en el cuidado y preservación del medio ambiente; es un tema que se tiene que tener cuidado para evitar problemas con las quejas de los vecinos y las inspecciones que se realizan.

Otros aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de los trabajos:

- Es necesario contar en obra con todos los planos del proyecto que se hayan diseñado; ya que es primordial la compatibilización entre los

planos de las diferentes especialidades.

La elaboración previa de un cronograma de avance de obra y su actualización periódica para un mejor control del avance de la misma, es fundamental.

USO DEL RECURSO ENCOFRADO:

A fin de reducir tiempos tecnológicos de espera en el caso del desencofrado se analizara los juegos que sean necesarios llevar a obra para los trabajos de encofrado vertical y horizontal que se tengan que hacer. Estos análisis se hará sobre todo en el caso de las losas y las vigas ya que su tiempo tecnológico de desencofrado es mayor que en el caso de los encofrados verticales, el ciclograma nos ayudara al cálculo.

2.2 MÉTODOS DE ORGANIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

2.2.1 MÉTODO SUCESIVO

Es una organización constructiva, donde el tiempo de ejecución se presenta con largos plazos pero con un menor consumo de recursos(r).

a.- *Desarrollo de los procesos constructivos:*

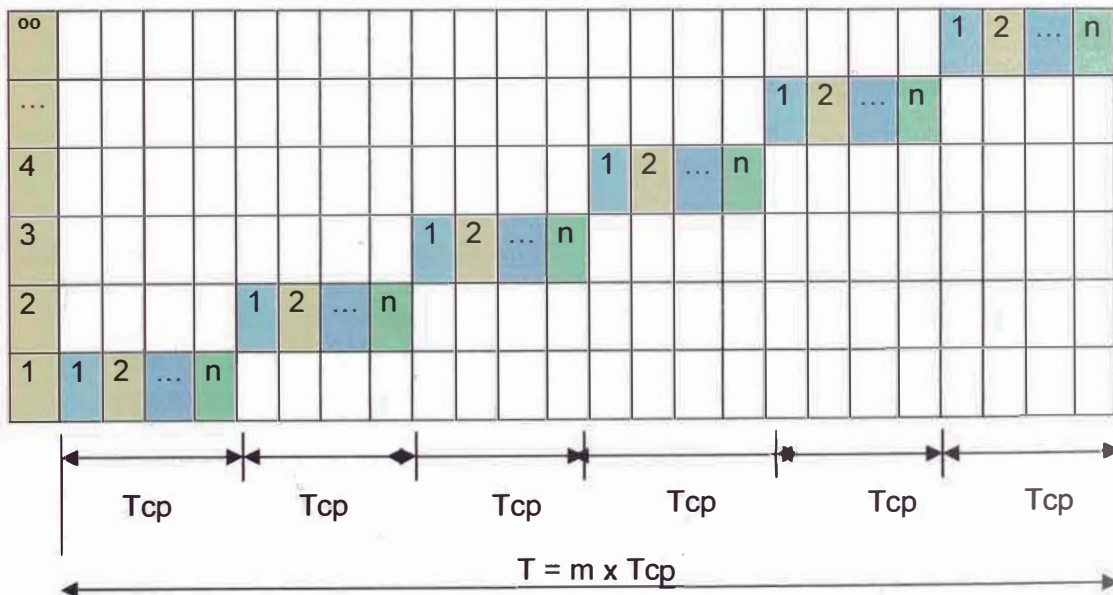


Figura N° 01.- Método sucesivo – Proceso constructivo

Fuente: "Elaboración propia"

Dónde:

T: Tiempo de construcción.

T_{cp}: duración de la construcción de 01 casas.

m: número de casas.

Por ejemplo si tuviéramos que construir 20 casas, el proceso constructivo sería que se tiene que terminar de construir la primera casa después de sus “n” procesos que se necesita para acabar esta primera casa para recién poder construir la segunda casa y así sucesivamente las demás casas.

b.- *Consumo de Recursos:*

El consumo de recurso es menor ya que lleva un mayor tiempo los Procesos constructivos.

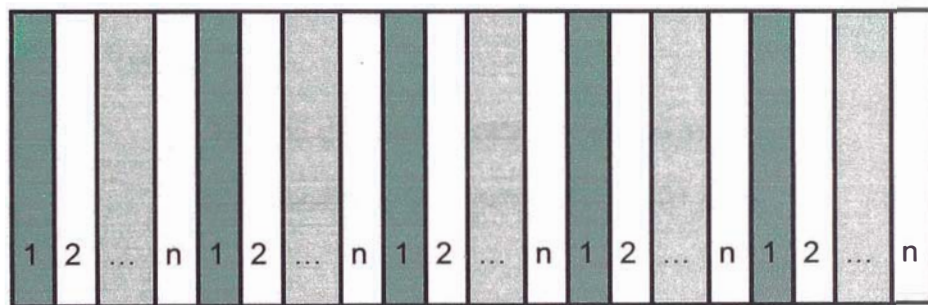


Figura N° 02.- Método sucesivo – Consumo de recursos

Fuente: “Elaboración propia”

2.2.2 MÉTODO PARALELO O SIMULTÁNEO

La organización de la construcción en forma paralela, da como resultado cortos plazos de ejecución, altísimo consumo de recursos, bajo productividad y baja especialización del personal.

A continuación tenemos la gráfica que nos ilustra la construcción de “m” casas con este método:

a.- *Desarrollo de los procesos constructivos:*

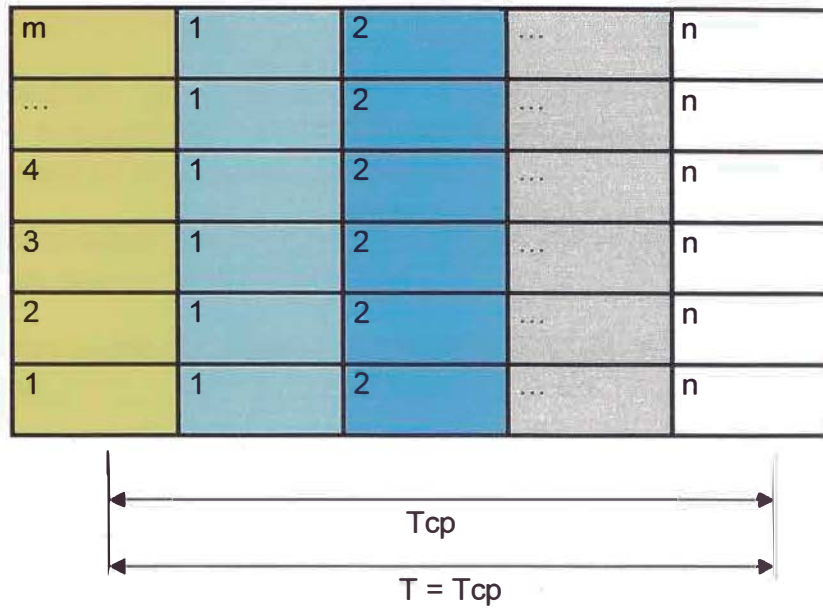


Figura N° 03.- Método paralelo – Proceso constructivo

Fuente: “Elaboración propia”

Dónde:

T: Tiempo de construcción de “m” casas.

Tcp: duración de la construcción de 01 casa.

b.- Consumo de Recursos:



Figura N° 04.- Método paralelo – Consumo de recursos

Fuente: “Elaboración propia”

Los recursos a consumir serán “m” los recursos que se consumen por una casa en un tiempo “Tcp”.

2.2.3 MÉTODO EN CADENA

La organización de la construcción es por etapas, de modo que los procesos homogéneos se realicen en forma sucesiva y los procesos heterogéneos se hacen en forma paralela.

Al realizar trabajos iguales genera que el personal obrero se especialice y por lo tanto elevara la productividad.

Los gráficos siguientes, presentan la construcción de “m” casas realizados por etapas.

a.- Desarrollo de los procesos constructivos:

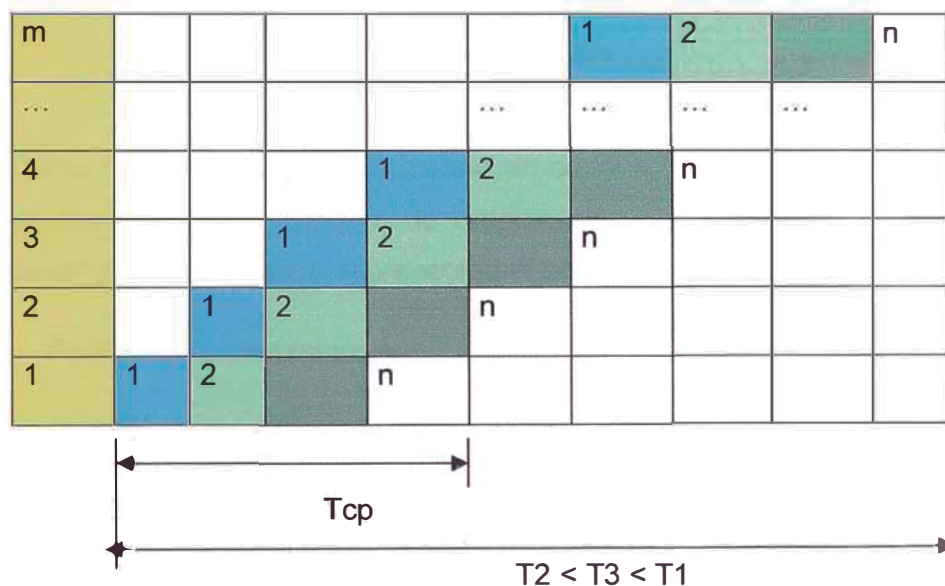


Figura N° 05.- Método en cadena – Proceso constructivo

Fuente: "Elaboración propia"

Dónde:

m : número de unidades de producción (casas)

n: número máximo de procesos en que se han desmembrado el objeto de construcción.

T: Tiempo de construcción.

Tcp: duración de la construcción de 01 casas.

b.- Consumo de Recursos:

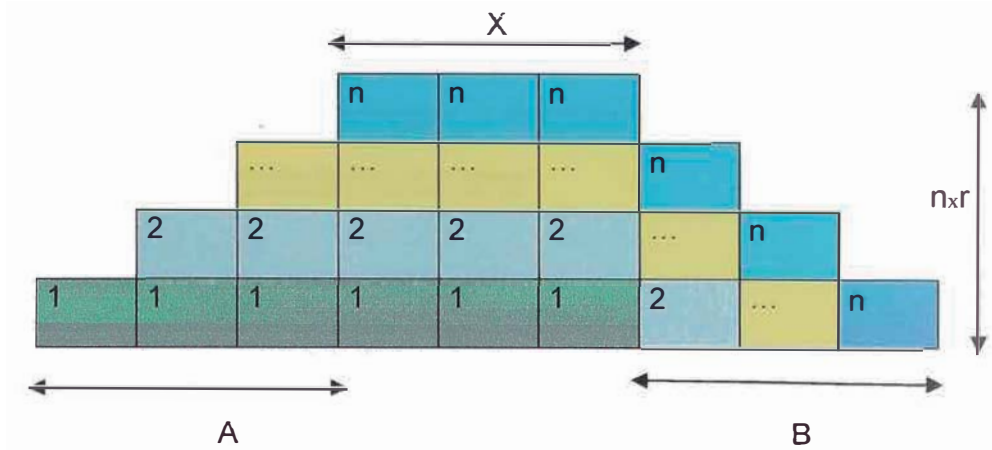


Figura N° 06.- Método en cadena – Consumo de recursos

Fuente: "Elaboración propia"

Como resultado de la organización en cadena, en el mismo gráfico se observa que el proceso de organización de la construcción se desarrolla en 03 fases, representadas por:

- Periodo de crecimiento: A
- Periodo de estabilización: X
- Periodo de decrecimiento: B

2.3 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE ORGANIZACIÓN EN EL PROYECTO

Comparando estos métodos de organización de procesos el planeamiento más ventajoso para nuestro proyecto es aplicar el método de la cadena en la construcción ya que se necesita reducir el tiempo de ejecución del proyecto pero se tiene un frente de trabajo cerrado en un sector limitado.

CAPITULO III

TEORÍA DEL MÉTODO DE LA CADENA EN LA CONSTRUCCIÓN¹

3.1 LA CONSTRUCCIÓN EN CADENA

3.1.1 GENERALIDADES

La construcción en cadena, es un método científico que está dirigido al campo de la organización de un proceso productivo que es parte de la industrialización de la construcción en donde se emplean materiales, mano de obra, técnicas constructivas, etc. en forma mecanizada y automatizada.

Este método busca optimizar la ejecución del objeto de construcción haciendo que en el desarrollo de las actividades la producción sea uniforme y continua.

Como consecuencia esto nos permite Disminuir los tiempos improductivos, obtener un ritmo adecuado de trabajo, reducir los plazos de construcción, elevar la calidad de obra, la producción se acelera por ser uniforme y continua y disminuir costos de producción.

3.1.2 OBJETO DE CONSTRUCCIÓN

Para efectos de aplicación del método, se le define como una obra específica cuyas características constructivas están bien definidas, por ejemplo: varias casas, un puente, varios edificios, un cerco perimetral, un techo, etc.

3.1.3 PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN

Es el conjunto de actividades que son necesarias de efectuar para producir un objeto de construcción. Por ejemplo:

¹ Martínez Chumpitaz Luis Manuel, 1996

Objeto de construcción: “m” casas típicas de un piso y considerando cada casa una unidad de producción. Las actividades que desarrollan su ejecución son las siguientes:

- 1.- Cimentación
- 2.- Estructura
- 3.- Cobertura
- 4.- Acabados

El orden en el que estamos enumerando estas actividades es una secuencia lógica e inevitable.

Si consideramos que debemos terminar una actividad para iniciar la siguiente estaremos en una secuencia lineal y la realización de todas ellas constituye un ciclo de producción que es el mismo para todas las “m” casas a construir.

Mediante el método de construcción en cadena podemos organizar nuestro objeto de construcción, relacionando las actividades correspondientes de la forma siguiente:

- a.- Empezamos con la cimentación de la primera casa.
- b.- Luego la estructura de la primera casa una vez terminado la cimentación, al mismo tiempo se continúa la cimentación de la segunda casa.
- c.- Luego la cobertura de la primera casa una vez terminado la estructura, al mismo tiempo la cimentación de la tercera casa y la estructura de la segunda casa una vez terminada la cimentación de la misma.
- d.- De esta manera se continúa la ejecución de las demás actividades hasta terminar la construcción de todas las casas. Ver este procedimiento en la Figura N° 07

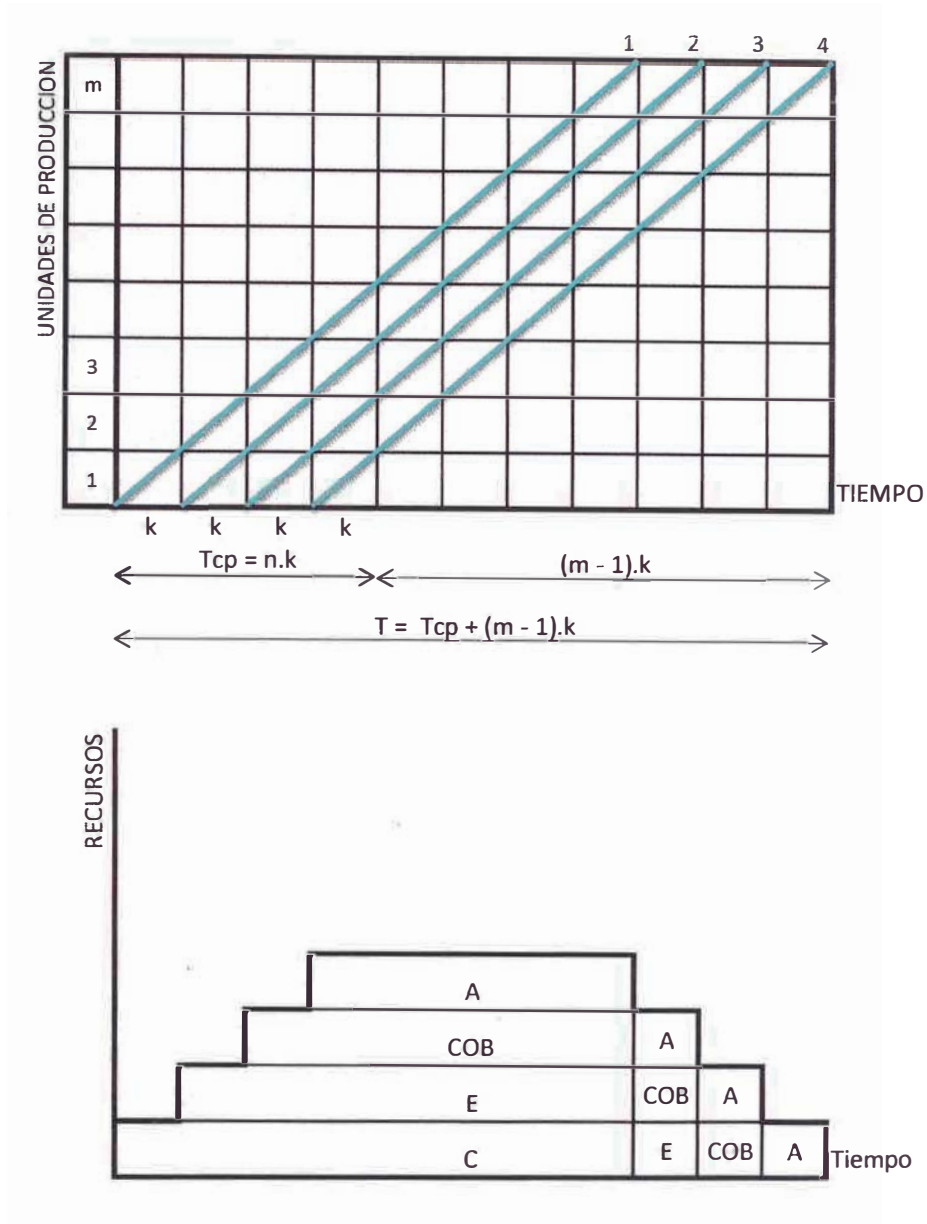


Figura N° 07. -La construcción en cadena

Fuente: "Elaboración propia"

Dónde:

m = Número de unidades de producción

K = Duración de cada C.P. en cada unidad de producción

T_{cp} = Duración del ciclo de producción

T = Duración de la cadena de construcción

* - Clasificación de los Procesos de Construcción:

Procesos Complejos; es el conjunto de procesos simples e interrelacionados desde el punto de vista organizativo y también están relacionados con la unidad del proceso final.

Ejemplo: construcción de estructuras de concreto armado monolítico.

Procesos Simples; Es el conjunto de operaciones tecnológicamente interrelacionados entre si y ejecutados por los mismos ejecutores (cuadrillas, brigadas, etc.)

Ejemplo: Construcción de elementos estructurales de concreto armado monolítico.

Operaciones; Es un elemento del proceso de construcción tecnológicamente homogéneo y de organización indivisible, que es ejecutado por un conjunto de obreros de cantidad constante e invariable, empleando los mismos objetos e instrumentos de trabajo. Constan de una serie de procedimientos y los procedimientos a su vez constan de movimiento.

Ejemplo: Colocación de armaduras de elementos estructurales de concreto armado monolítico.

3.1.4 NORMAL TECNOLÓGICA

Se le define como Normal Tecnológica a la acción de particionar el objeto de construcción en actividades que son necesarias para su ejecución.

El aprisionamiento se efectúa de acuerdo a las características principales del objeto determinado que actividades deben realizarse y estableciendo una secuencia lógica de ejecución.

3.1.5 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN CADENA

Para la aplicación de la construcción en cadena se deben de tener en cuenta los siguientes requisitos:

a.- El objeto de construcción debe ser posible de particionar en actividades necesarias para su ejecución en obra de tal manera que cada una de ellas se le asigne convenientemente los recursos correspondientes.

b.- Debe ser posible el establecimiento del ritmo de ejecución para cada uno de las actividades que componen el objeto de construcción.

3.1.6 CADENA DE CONSTRUCCIÓN

La cadena de construcción es el conjunto de cadenas particulares que se desarrollan a través de las unidades de producción y que se interrelacionan en el tiempo según determinados parámetros.

Gráficamente se le representa en un ciclograma; en las cuales las cadenas particulares representan a las actividades que son necesarias ejecutar, para realizar el objeto de construcción.

3.1.7 CADENA PARTICULAR

Es la cadena que representa la ejecución de una actividad de un proyecto. Según la forma como particionemos el objeto de construcción, la actividad es representada por la cadena Particular, puede ser simple o compleja.

3.2 PARÁMETROS DE LA CADENA DE CONSTRUCCIÓN

La cadena de construcción se desarrolla interrelacionando los parámetros espacio, tiempo y tecnológicos. Para que comprendamos como se efectúa esta interrelación realizamos la descripción de estos parámetros:

3.2.1 PARÁMETROS DE ESPACIO

- * Unidades de Producción (m); Es el espacio donde se desarrollan a través del tiempo las cadenas particulares componentes de la cadena de construcción, generalmente este espacio se subdivide en otros para construir un sistema de unidades de producción.

Cada cadena particular puede tener su propio sistema de unidades de producción; esto dependerá de cómo lo organicemos la ejecución de la cadena de construcción.

Por ejemplo: Tenemos que ejecutar la cadena particular de vaciado de concreto de techo en una zona donde se van a construir 3 edificios de 8 pisos cada uno y cada piso con 2 departamentos por piso.

El método de construcción en cadena consiste en tratar de obtener el mayor número de unidades de producción posibles, teniendo en cuenta esta consideración, podemos afirmar que en cada piso tendríamos seis unidades de producción.

*.- Frente de Trabajo; Se define como el espacio donde se va a desarrollar una actividad específica.

Dependiendo de las características propias de la obra el frente de trabajo puede ser abierto o cerrado.

Por ejemplo:

La construcción de una cancha de fútbol es un frente de trabajo abierto

La construcción de un edificio es un frente de trabajo cerrado.

* Sector; Es un conjunto de unidades de producción que corresponden a un objeto de construcción dado.

*.- Parcela; Es una parte del frente de trabajo en el que desarrolla su actividad un obrero, una cuadrilla o una brigada.

Esta parcela debe tener como mínimo un tamaño tal que permita obtener el rendimiento normal de sus actividades.

*.- Nivel; Este parámetro se refiere al desarrollo vertical del objeto de construcción que estamos considerando.

3.2.2 PARÁMETROS TECNOLÓGICOS

- * Numero de Cadenas Particulares (n); Es el parámetro que representa a las partes en que se particiona el objeto de construcción.

Su magnitud depende de la forma en que establezcamos la normal tecnológica de la cadena de construcción.

Por ejemplo: Si se desea construir un cerco perimétrico, las cadenas particulares a considerar son las siguientes:

- CP No 1 Excavación de zanja
- CP No 2 Colocación de acero de columna
- CP No 3 Concreto simple en cimiento
- CP No 4 Encofrado de sobrecimiento
- CP No 5 Concreto simple en sobrecimiento
- CP No 6 Muro de ladrillos kk
- CP No 7 Encofrado de columnas
- CP No 8 Concreto en columnas
- CP No 9 Acero en viga
- CP No 10 Encofrado de viga
- CP No 11 Concreto en viga
- CP No 12 Desencofrado de viga

Por lo tanto el número de cadenas particulares para construir el cerco perimétrico será de 12.

- * Volumen de trabajo (P); Es la cantidad de trabajo que se efectúa al ejecutar una actividad particular. Para determinar este parámetro debemos de realizar un metrado de las actividades a ejecutar.
- * Trabajosidad (Q); Es la cantidad de horas-hombre (HH), horas maquina (HM), que se requiere para ejecutar una cadena particular.

La trabajosidad está en función del rendimiento de la cuadrilla o del equipo mecánico que se utilice.

$$Q = P / S$$

Dónde:

P = Volumen de trabajo de la C.P. en las "m" unidades de producción.

S = Rendimiento de la cuadrilla en la unidad de tiempo

- * Intensidad de la cadena (i); Se define como el volumen de trabajo elaborados en la unidad de tiempo. Puede estar referido a la cadena particular o la cadena de construcción.

3.2.3 PARÁMETROS DE TIEMPO

- * Modulo de ciclicidad (k); Es el tiempo que se necesita para ejecutar la cadena particular en cada unidad de producción.
El módulo de ciclicidad define el ritmo de ejecución de la cadena particular, cuando es rítmica el valor del módulo de ciclicidad es constante para cada unidad de producción.

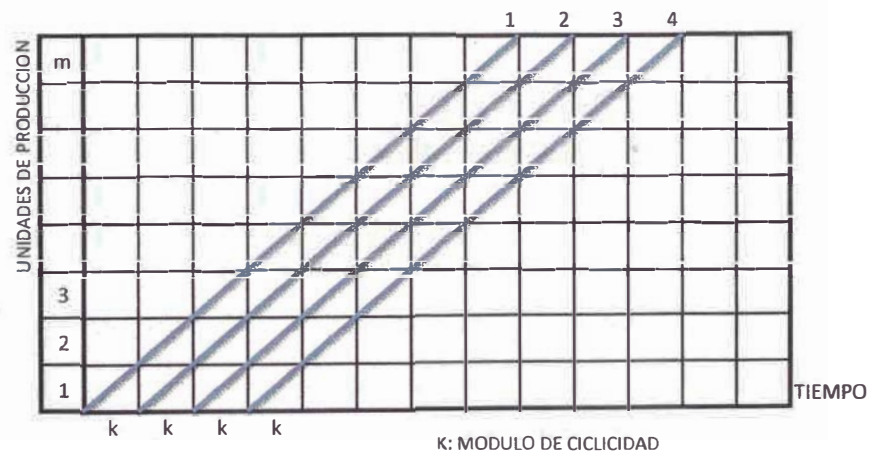


Figura N° 08.- Modulo de ciclicidad

Fuente: "Elaboración propia"

Dónde:

m = Número de unidades de producción

n = Numero de cadenas particulares

k = módulo de ciclicidad

*.- Factor de módulo de Ciclicidad (C); Es el factor que multiplica al módulo de ciclicidad de una cadena particular dada para obtener otra cadena que sea múltiplo de él.

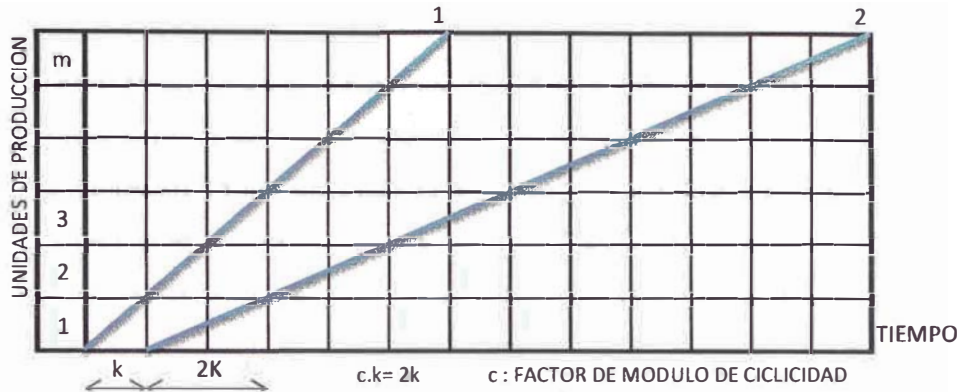


Figura N° 09.- Factor de Modulo de ciclicidad

Fuente: "Elaboración propia"

*.- Paso de la cadena (K_0); Es el lapso del tiempo en la cual el frente de trabajo está libre.

Caso 01: Empezar la segunda cadena particular tan pronto como termina la primera en la unidad de producción correspondiente (es un caso recomendable).

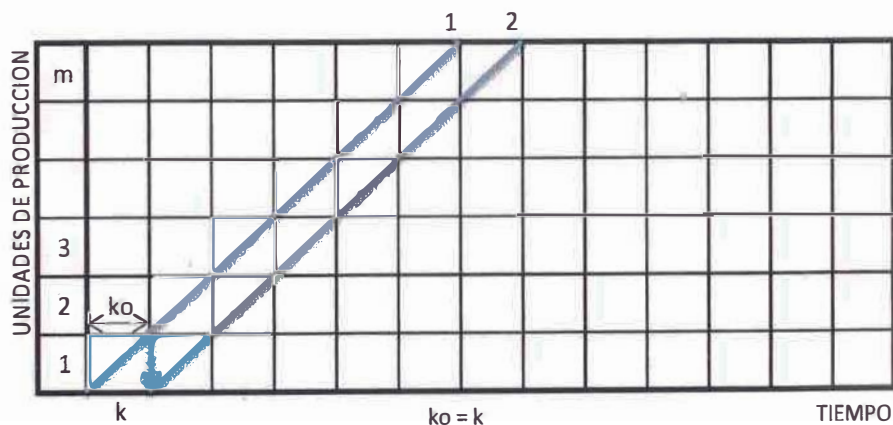


Figura N° 10.- Paso de la cadena caso 01

Fuente: "Elaboración propia"

Caso 02: Ejecutar la segunda cadena particular un tiempo después de haber terminado la primera en la unidad de producción correspondiente.

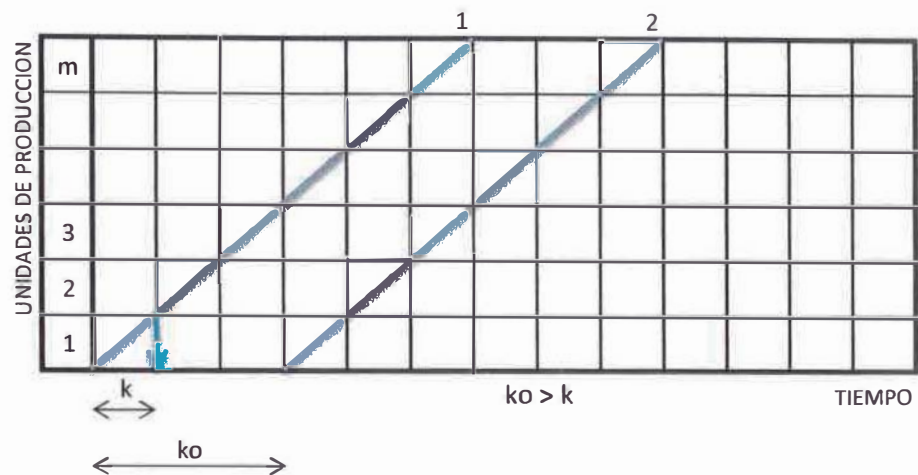


Figura N° 11.- Paso de la cadena caso 02

Fuente: "Elaboración propia"

Caso 03: Empezar la segunda cadena particular antes que termine la primera en la unidad de producción respectiva (se le considera paso negativo)

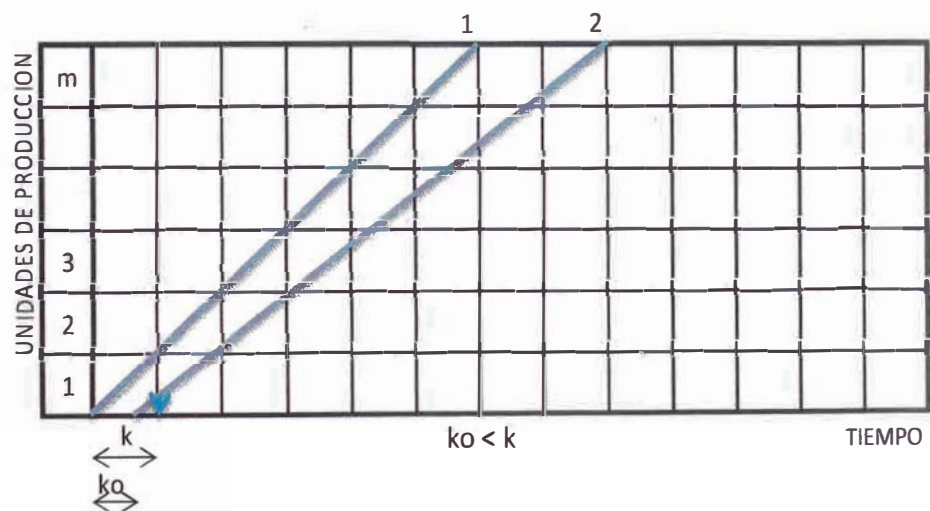


Figura N° 12.- Paso de la cadena caso 03

Fuente: "Elaboración propia"

3.3 FORMAS DE ORGANIZAR LA PRODUCCIÓN EN CADENA

Sabemos que una cadena particular representa a una determinada actividad y que el número de ellas depende de la forma como particionemos el objeto de construcción.

Según esto, lo podemos organizar de la siguiente manera:

3.3.1 PROCESO NO DESMENBRADO

También se le conoce con el nombre de particionamiento parcial; esta forma se plantea cuando el particionamiento del objeto de construcción se realiza en forma compleja. En este caso los obreros tienen que realizar trabajos de distintas especialidades; se aplica este proceso cuando el volumen de producción no es elevado.

3.3.2 PROCESO DESMENBRADO

También llamado de particionamiento total; esta forma de organización implica realizar el particionamiento del objeto en actividades simples. Quiere decir entonces que los recursos correspondientes a la ejecución del objeto, se asignaran convenientemente según cada especialidad.

Con este proceso es posible obtener más aceleración y especialización de los trabajos, obteniendo por lo tanto alta eficiencia en la ejecución de la construcción.

3.4 CADENA PARTICULAR

3.4.1 DEFINICIÓN

Es la cadena que se organiza para ejecutar actividades simples o para la ejecución de actividades complejas que no son posibles de particionar.

También podemos organizarla, cuando queremos realizar la ejecución de las operaciones que forman partes de una actividad simple.

3.4.2 CLASIFICACIÓN

Dependiendo de la forma como varia el módulo de ciclicidad a través de cada una de las unidades de producción que constituyen un objeto de construcción dado; la cadena particular puede ser:

*.- Cadena Particular Rítmica:

Es aquella cadena que tiene la misma duración del ciclo para cada proceso de construcción, es decir el módulo de ciclicidad (K = constante)

En el ciclograma se le representa como una línea recta, su representación gráfica se muestra en la Figura N° 13

Dónde:

m = Número de unidades de producción

k = Duración de la cadena particular Rítmica en una jornada de trabajo en cada unidad de producción

t = Duración de la cadena particular Rítmica.

La duración de la cadena Rítmica se expresa como: $t = m \cdot k$

Cantidad de ejecutores; es el número de obreros, cuadrillas necesarias para ejecutar una cadena particular, está dada por la siguiente expresión:

$$N = Q/t = Q / (m \cdot k)$$

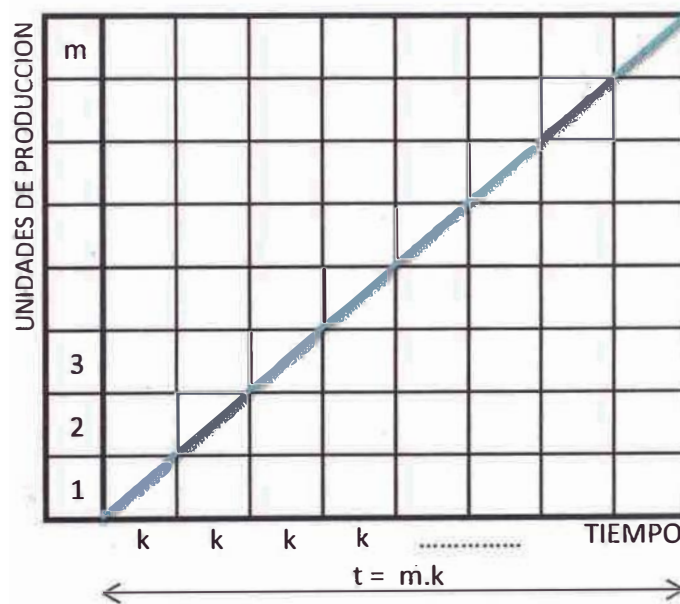


Figura N° 13.- Cadena particular rítmica

Fuente: "Elaboración propia"

Dónde:

N = Es el número de cuadrillas o ejecutores

Q = Es la trabajosidad de la cadena particular rítmica (hh, hm)

t = Duración de la cadena particular Rítmica

k = Modulo de ciclicidad de la cadena particular

* Cadena Particular Aritmica:

Se denomina a la cadena particular que tiene el módulo de ciclicidad variable debido a que los volúmenes de trabajo son diferentes, es una de las cadenas que más se usa.

En el ciclograma de la Figura N° 14 se tiene que:

$$i = P/t = \text{constante} \dots\dots (1)$$

Dónde:

i = Intensidad de la cadena aritmica

P = Volumen de trabajo de la cadena aritmica

T = Duración de la cadena Aritmica

De la ecuación (1) se tiene:

$$K1 = P1/ i, K2 = P2/ i, K3 = P3/ i \dots\dots\dots, Kn = Pn/ i,$$

$$t = K1 + K2 + K3 + \dots\dots\dots + Kn$$

$$t = 1/i (P1 + P2 + P3 + \dots\dots\dots Pn) = P/i$$

NUMERO DE EJECUTORES:

El número de ejecutores necesarios para el desarrollo de la cadena particular Aritmica, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$N = P/ (\alpha_0 \times t \times S)$$

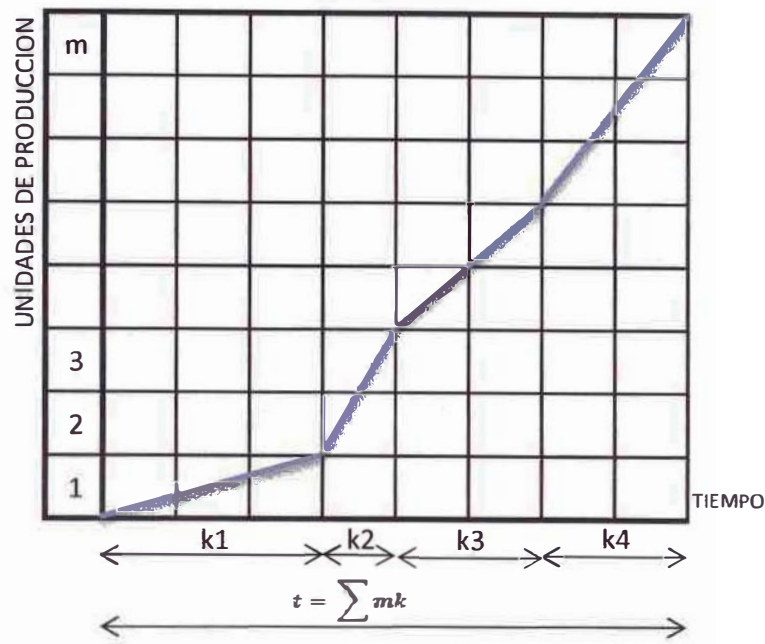


Figura N° 14.- Cadena particular aritmica
Fuente: "Elaboración propia"

Dónde:

N = Es el número de cuadrillas que se requiere para ejecutar la cadena particular aritmica

P = Volumen de trabajo de la cadena particular aritmica

α_q = Factor que permite redondear el número de ejecutores

t = Duración de la cadena particular Aritmica

S = Rendimiento de la cuadrilla.

*.- Cadena Particular Equivalente:

Es una cadena rítmica que sustituye teóricamente a una cadena particular aritmica y que se obtiene uniendo los dos puntos extremos con una línea recta.

Es un artificio que se aplica desde un punto de vista de cálculo.

Es decir si se tiene una cadena particular Aritmica, podemos convertirla en cadenas Rítmicas mediante el concepto de cadena Equivalente. De la figura N° 15:

$$K_e = t_r/m = P/m,$$

$$t_{desviac} = t_e - t \dots\dots\dots (1)$$

(+) Cuando la cadena aritmica anticipa a la cadena equivalente

(-) Cuando la cadena aritmica atrasa a la cadena equivalente

$$t = \sum_1^m K = \sum_1^m P/i \dots\dots\dots (2)$$

$$t_e = m \times k = m \times P_e/i \dots\dots\dots (3)$$

De (2) y (3) en (1):

$$t_{desviac} = (1/i) \times (m \times P_e - \sum_1^m P)$$

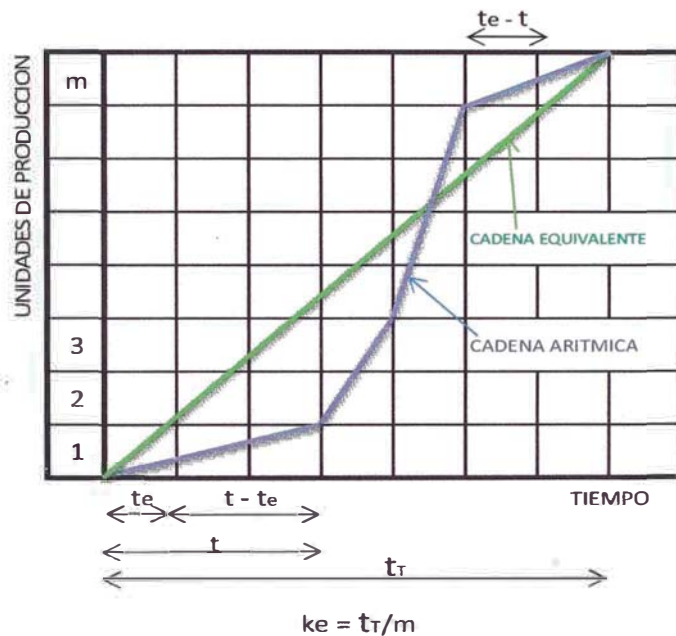


Figura N° 15.- Cadena particular equivalente
Fuente: "Elaboración propia"

Dónde:

Pe = Volumen de trabajo equivalente

ke = Modulo de ciclicidad equivalente

t = Duración de la cadena particular

te = Duración de la cadena equivalente.

3.5 CADENA ESPECIALIZADA

3.5.1 DEFINICIÓN

Es aquella cadena que se organiza para ejecutar las actividades complejas, que son posibles de particionar en actividades simples. También para la ejecución de actividades simples que sean particionales en operaciones.

Según lo anterior, una cadena especializada está conformada por un conjunto de cadenas particulares es decir:

$$C.E. = \sum C.P.$$

Dónde:

- C.E.: Cadena Especializada
- C.P.: Cadena Particular

Una cadena especializada se representa en un ciclograma de la siguiente forma:

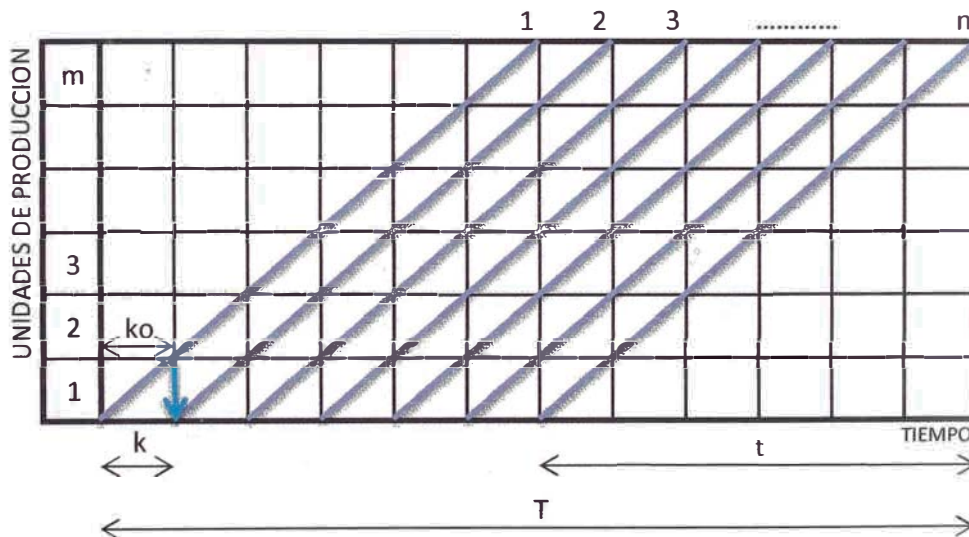


Figura N° 16.- Cadena especializada

Fuente: "Elaboración propia"

Dónde:

- m = Número de unidades de producción.
- n = Numero de cadenas Particulares.
- K= Duración de una cadena particular en cada unidad de producción.

t = Duración de una cadena particular

T = Duración de una cadena especializada.

El valor de “ T ”, se calculara de acuerdo a la clasificación de la cadena Especializada.

3.5.2 CLASIFICACIÓN

* Cadena Especializada Rítmica:

Es aquella que tiene sus cadenas con igual módulo de ciclicidad ($k = \text{constante}$).

La relación entre sus parámetros es la siguiente:

A.- Cadena Especializada Rítmica sin Interrupción; Esta cadena especializada, es un caso no muy frecuente en la práctica, porque casi siempre se tiene interrupciones del tiempo.

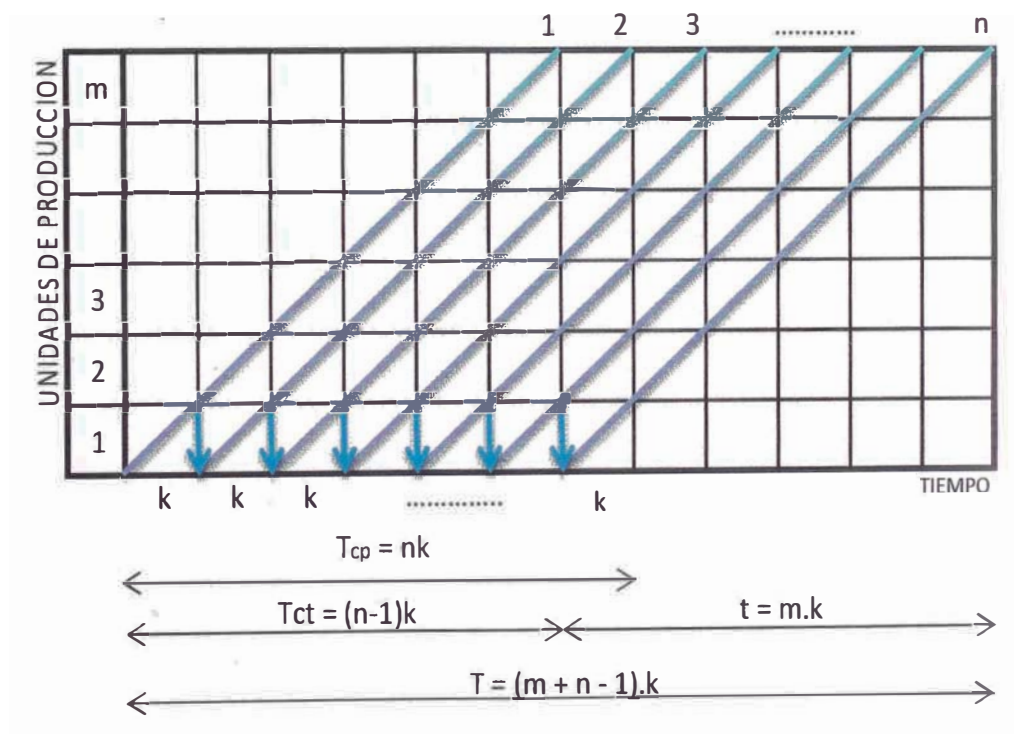


Figura N° 17.- Cadena especializada rítmica sin interrupción

Fuente: "Elaboración propia"

De la figura N°17 se tiene:

$$T_{cp} = n \cdot K$$

$$T_{ct} = (n-1) \cdot K$$

$$t = m \cdot K$$

$$T = (m+n-1) \cdot K$$

Dónde:

T_{cp} = Duración del ciclo de producción

T_{ct} = Duración del ciclo tecnológico

- Duración del ciclo de producción (T_{cp}); Es aquel que permite obtener una unidad de producción terminada. Su duración se calcula desde el inicio de la primera cadena particular hasta terminada la última en la primera unidad de producción.

- Duración de ciclo tecnológico (T_{ct}); Es aquel que permite el desarrollo en cadena, de una unidad de producción. Su duración está comprendida entre el inicio de la primera cadena particular y el inicio de la última.

B.-Cadena Especializada Rítmica con Interrupción; Es aquella que organiza un conjunto de cadenas particulares, considerando interrupciones producidos por tiempos tecnológicos o interrupciones organizativas, los cuales tendrán una incidencia en el plazo de entrega de la obra.

B.1.- Con Interrupción Tecnológica; Es aquella que consume Tiempos tecnológicos (T_t) los cuales tendrán incidencia en el plazo de la obra.

- Tiempo Tecnológico (T_t); Son esperas tecnológicas necesarias que se dan en una actividad determinada. El tiempo tecnológico depende de las propiedades físico químico del clima de la zona. Por ejemplo en un vaciado de concreto para una losa aligerada, debemos de esperar un tiempo para

desencofrarlo. A este tiempo de espera se le denomina tiempo tecnológico.

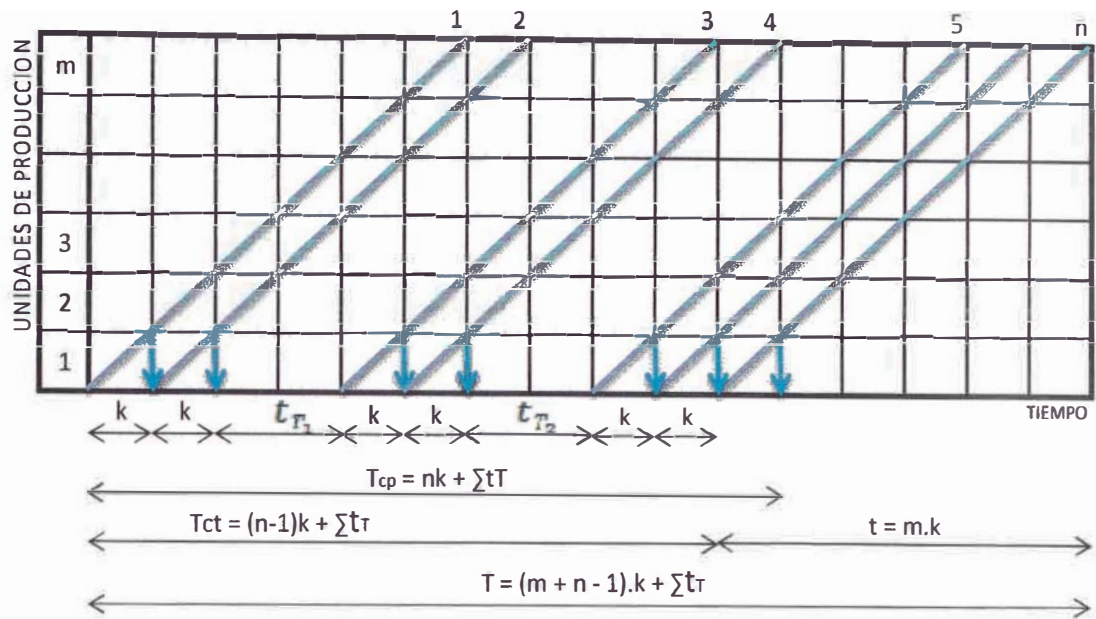


Figura N° 18.- Cadena especializada rítmica con interrupción

Fuente: "Elaboración propia"

$$T_{cp} = n \times K + \sum T_t \dots \dots \dots (1)$$

$$T_{ct} = (n-1) \times K + \sum T_t \dots \dots \dots (2)$$

$$T = (m+n-1) \times K + \sum T_t \dots \dots \dots (3)$$

Luego podemos obtener:

$$m = (T - \sum T_t) / K - n + 1$$

B.2.- Con Interrupción Organizativa; Al organizar la construcción en cadena debemos tener presente, al establecer relaciones entre los parámetros, que pueden existir Tiempos Organizativos (To) que aumenten la duración del tiempo de ejecución de la cadena especializada

- Tiempo Organizativo (To); Es aquel tiempo que interrumpe la secuencia lógico de actividades, debido a criterios que se tomaron en cuenta al organizar la construcción.

Las ecuaciones (1), (2) y (3) considerando el tiempo organizativo (To), se expresan de la siguiente manera:

$$T_{cp} = n \times K + \sum T_t + \sum T_o \dots \dots \dots (1)$$

$$T_{ct} = (n-1) \times K + \sum T_t + \sum T_o \dots \dots \dots (2)$$

$$T = (m+n-1) \times K + \sum T_t + \sum T_o \dots \dots \dots (3)$$

*.- Cadena Especializada con Ritmo Múltiple:

Es aquella que organiza un conjunto de cadenas particulares rítmicas con módulos de ciclicidad que son múltiplos entre ellos

De la Figura N° 19 se tiene:

$$T = K + m \times (c \times k) + (n-2) \times k$$

$$T = (m \times c + n - 1) \times k$$

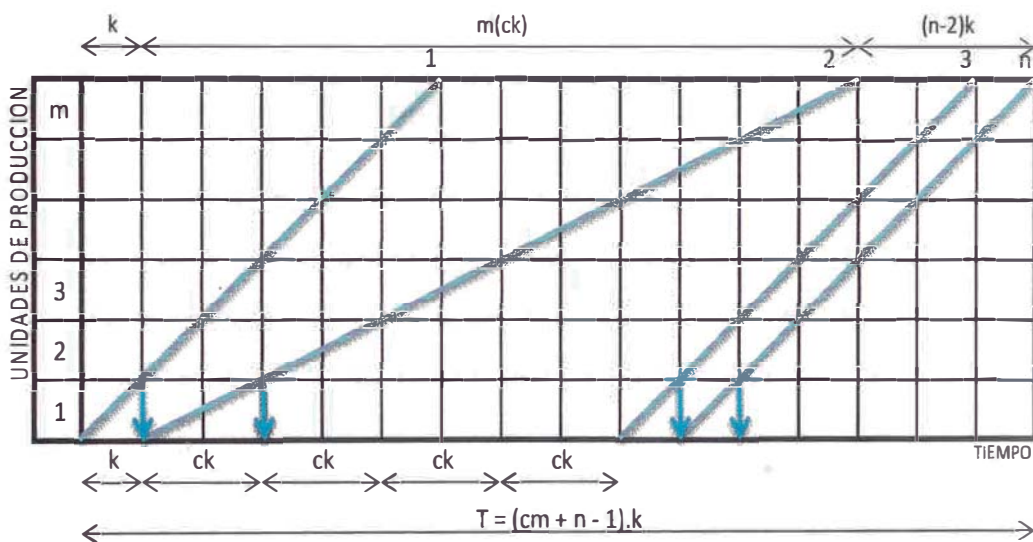


Figura N° 19.- Cadena especializada con ritmo múltiple

Fuente: "Elaboración propia"

*.- Cadena Especializada Aritmica:

Es la cadena de construcción cuyas cadenas particulares componentes, tienen diferentes ritmos. Se presenta con bastante frecuencia en la organización de la producción de un objeto.

Según el ciclograma de la figura N° 20, podemos observar que entre cadenas particulares se presentan holguras de tiempo a través de las unidades de producción.

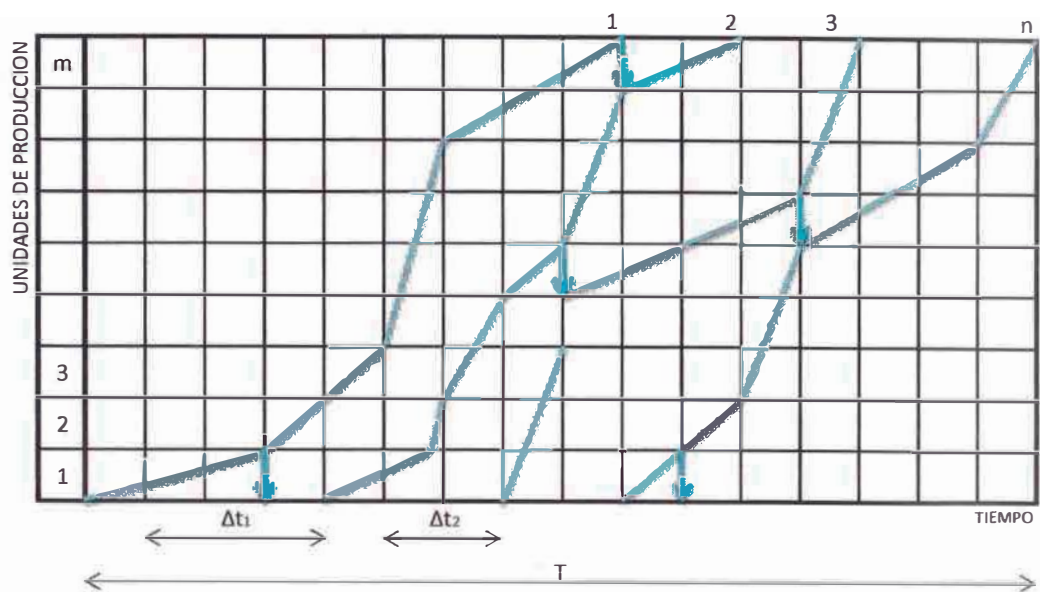


Figura N° 20.- Cadena especializada aritmica

Fuente: "Elaboración propia"

3.5.3 ESQUEMA DE DESARROLLO DE LA CADENA DE CONSTRUCCIÓN

Se sabe que para las cadenas `particulares se desarrollan a través de las unidades de producción y estas, en función a su ubicación en el espacio; es decir, en un solo nivel o en varios niveles. Por lo tanto, para el desarrollo de la cadena especializada consideraremos los siguientes esquemas:

*.- Esquema de Desarrollo Horizontal:

Este esquema de desarrollo horizontal se presenta generalmente cuando se tiene un frente de trabajo abierto y las unidades de producción aparecen en un solo nivel.

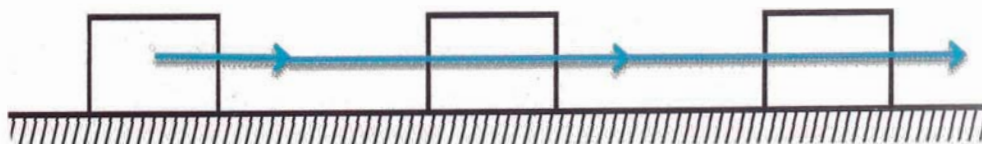


Figura N° 21.- Esquema de desarrollo horizontal

Fuente: "Elaboración propia"

Por ejemplo, si tenemos que construir un conjunto de “m” casas de un solo nivel, se tiene que el objeto de construcción es lineal y el frente de trabajo es abierto, por lo tanto el esquema de desarrollo para la cadena de construcción es horizontal. Las cadenas se desarrollan una a continuación de la otra.

* Esquema de Desarrollo Vertical:

En este esquema el desarrollo de las cadenas especializadas se desarrollan en diferentes niveles y el frente de trabajo es cerrado.

En una edificación, el esquema de desarrollo vertical puede ser de la siguiente forma:

A.- Esquema de Desarrollo Vertical Ascendente; Las cadenas especializadas comienzan por el Objeto 1 desde la cimentación hasta el acabado por todos sus niveles y se repite con el objeto 2 en forma vertical ascendente.

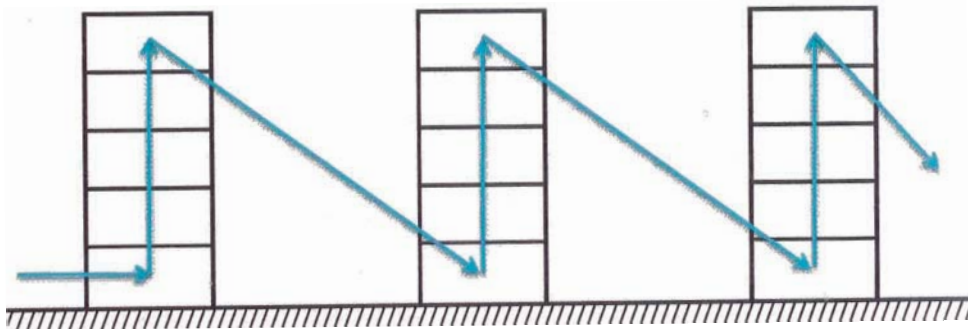


Figura N° 22.- Esquema de desarrollo vertical ascendente

Fuente: “Elaboración propia”

B.- Esquema de Desarrollo Vertical Descendente; Es para el acabado se comienzan por el Objeto 1 de forma descendente hasta terminarlo y luego se pasa al siguiente objeto de la misma forma.

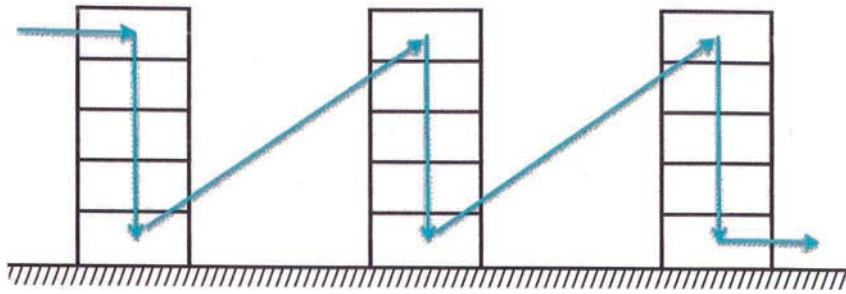


Figura N° 23.- Esquema de desarrollo vertical descendente

Fuente: "Elaboración propia"

C.- Esquema de Desarrollo Horizontal – Vertical Ascendente;
Este esquema se presenta cuando en una edificación no es posible obtener el número de unidades de producción adecuado por lo tanto se incluyen otros edificios.

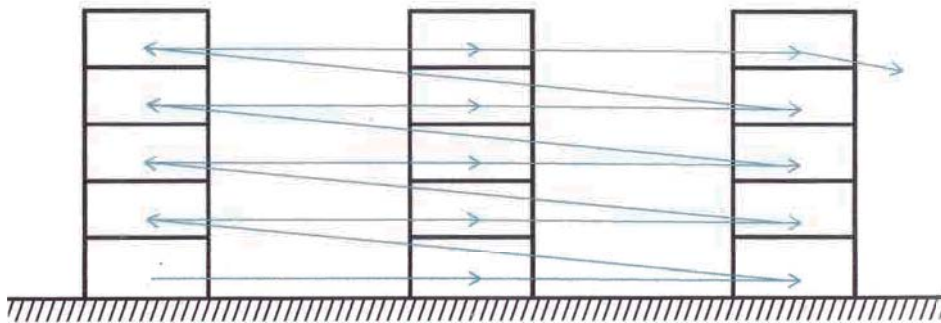


Figura N° 24.- Esquema de desarrollo horizontal - vertical ascendente

Fuente: "Elaboración propia"

D.-Esquema de Desarrollo Horizontal - Vertical Descendente;
Este esquema es recomendado para las cadenas de acabados húmedos y secos.

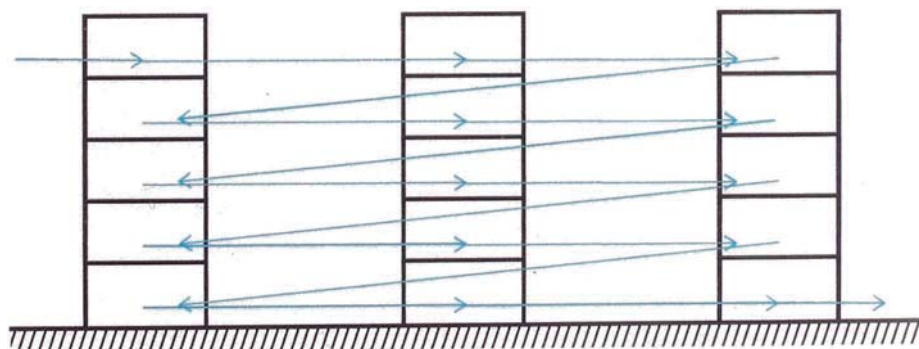


Figura N° 25.- Esquema de desarrollo horizontal - vertical descendente

Fuente: "Elaboración propia"

3.6 CADENA OBJETO

3.6.1 DEFINICIÓN

Es el conjunto de cadenas especializadas que se interrelacionan desde el punto de vista tecnológico y organizativo, que va a permitir la ejecución integral de un objeto de construcción y no simplemente de una parte de él.

Para utilizar esta cadena, el objeto de construcción debe de comprender un frente de trabajo bien amplio ya que los volúmenes de trabajo son relativamente grandes y de mayor complejidad; ejemplo una carretera, un estadio, un puente o varios edificios, etc.

$$C.O. = \sum C.E.$$

Dónde:

- C.O. : Cadena Objeto
- C.E. : Cadena Especializada

3.6.2 PARÁMETROS DE LA CADENA OBJETO

Los parámetros de la C.O. se observa en el Siguiete gráfico:

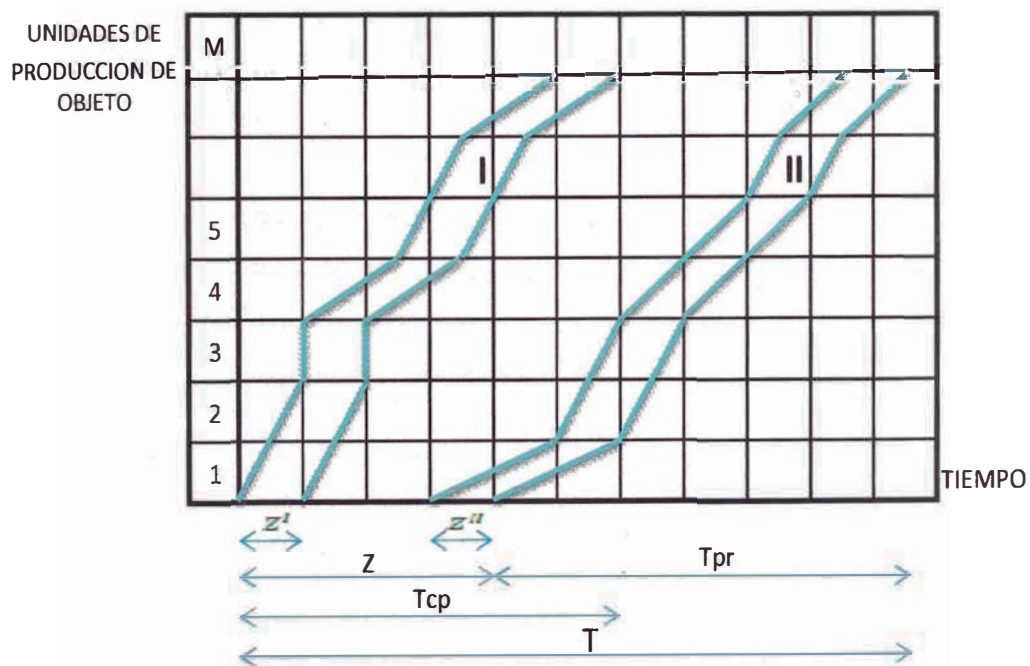


Figura N° 26.- Cadena objeto

Fuente: "Elaboración propia"

Dónde:

M = Número de unidades de producción del objeto.

Z^I = Ciclo tecnológico de la cadena especializada I.

Z^{II} = Ciclo tecnológico de la cadena especializada II.

Z = Ciclo tecnológico de la cadena objeto.

T_{pr} = Periodo de salida del producto.

T_{cp} = Duración del ciclo de producción de la Cadena Objeto.

T = Duración de la Cadena Objeto.

3.6.3 CLASIFICACIÓN

Según el ritmo de las cadenas especializadas que la componen, se clasifican en:

* Cadena Objeto Rítmica:

En este tipo de cadena, todas las cadenas Especializadas que las componen tienen el mismo ritmo, viene hacer prácticamente un caso hipotético, ya que es difícil verlo en nuestro medio.

* Cadena Objeto con Ritmo Múltiple:

Es aquella que se obtiene debido a la multiplicidad de los ritmos que se pueden presentar en las cadenas especializadas que la componen.

* Cadena Objeto Aritmética:

Es una cadena más general y que se presenta con bastante frecuencia en la práctica, ya que las cadenas especializadas que la componen tienen diferentes ritmos.

CAPITULO IV

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LA CADENA PARA EL PROYECTO

4.1 GENERALIDADES

En este capítulo vamos a desarrollar la aplicación de la teoría de la construcción por el método de la cadena para nuestro proyecto con la teoría anteriormente desarrollada en los capítulos anteriores. El proyecto al que hacemos referencia tiene un plazo de ejecución de 210 días calendarios y corresponde a una inversión privada.

En este caso el proyecto se trata de un edificio con 10 departamentos típicos y un semisótano, siendo 02 departamentos por piso; el área del departamento típico es de 110.00 m² y el área total construida es de 1428.95 m².

En el desarrollo de la construcción del proyecto se tuvo un orden lógico de ejecución; donde se inicia con la cimentación y luego continúan las estructuras, coberturas, acabados y se termina con las obras exteriores.

Para la aplicación del método de construcción en cadena nos ayudaremos de las Especificaciones técnicas, metrados, Análisis de rendimientos, planos y otros, que se anexan en el presente informe

Según las especificaciones técnicas, existe interrupciones tecnológicas antes del desencofrado de los elementos de concreto como es el caso de los:

Costados de columnas y vigas:	Tt = 01 Día
Aligerados	Tt = 07 Días
Vigas	Tt = 21 Días

Para la aplicación del método de la construcción en cadena haremos un Diseño para nuestro proyecto. En este diseño definiremos el objeto de construcción, duración de la cadena objeto, el tipo de cadena de construcción

que mejor modelaría su ejecución, definiremos la normal tecnológica, sus parámetros. Así como también el diseño de las cadenas especializadas de la cadena objeto.

4.2 DISEÑO DE LA CADENA DE CONSTRUCCIÓN

Para el diseño de la cadena de construcción de nuestro proyecto un edificio multifamiliar vamos a desarrollar lo siguiente:

4.2.1 DEFINICIÓN DEL OBJETO DE CONSTRUCCIÓN

En nuestro proyecto, el objeto de construcción es el edificio multifamiliar de vivienda de 10 departamentos típicos más un semisótano, donde cada piso cuenta con dos departamentos típicos.

4.2.2 DURACIÓN DE LA CADENA OBJETO

Para determinar la duración de la cadena Objeto del proyecto, debemos de tomar en cuenta en la etapa preliminar del planeamiento que el plazo de construcción no debe de ser mayor de 210 días calendarios es decir 178 días útiles, además se tendrá que tener en cuenta los trabajos provisionales y posteriores necesarios.

Como la obra inicia el día 05 de mayo y termina el 04 de diciembre del 2008 se deberán tomar en cuenta los 06 días feriados que existen entre estas fechas y los domingos que se descansa para el cálculo de los días trabajables.

Por lo tanto la duración de la cadena Objeto para este proyecto serán de 178 días útiles.

4.2.3 FRENTE DE TRABAJO

Como en este caso el objeto de construcción es un solo edificio y se encuentra circulado por las edificaciones vecinas el frente de trabajo en el cual se trabajó la obra es un frente Cerrado en todos los niveles.

4.2.4 ELECCIÓN DE LA CADENA DE CONSTRUCCIÓN

El objeto de construcción es homogéneo e igual por tener pisos típicos y contiene grupo de actividades que se repiten un número de veces en cada piso, formando ciclos continuos de trabajos y requiriendo para cada uno de ellos en su ejecución el mismo volumen de trabajo e igualdad de las condiciones de aplicación de los recursos, dadas las características de un proceso repetitivo y de un ritmo constante, optamos por organizar la construcción del proyecto según una cadena objeto con ritmo múltiple ya que las cadenas especializadas presentan ritmos diferentes.

La cadena objeto de ritmo múltiple considerada para la ejecución de la construcción de la edificación constara de 05 cadenas Especializadas (C.E.) y que guardaran el siguiente orden lógico de ejecución:

- I.- Cadena Especializada de Cimentación
- II.- Cadena Especializada de Superestructura
- III.- Cadena Especializada de Cobertura
- IV.- Cadena Especializada de Acabados Húmedos y Secos
- V.- Cadena Especializada de Obras Exteriores

4.2.5 DEFINICIÓN DE LA NORMAL TECNOLÓGICA

Para definir la Normal Tecnológica de cada cadena especializada lo desarrollaremos considerando un departamento típico como un núcleo básico de unidad de producción, en la cual se desarrolla la secuencia tecnológica de las cadenas particulares; el particionamiento del proceso de construcción de dicho núcleo lo efectuaremos según sus características principales y teniendo en cuenta solamente a las actividades cuyas duraciones tengan incidencia en el plazo de ejecución de la obra.

Una vez definida la Normal tecnológica de cada cadena Especializada hacemos el análisis de las cadenas particulares que la conforman para ver si es conveniente que algunas cadenas particulares se han

agrupadas adecuadamente ya que sus volúmenes de trabajo son relativamente pequeño y debido a esto por sí sola no es conveniente considerarlas como una sola Cadena Particular.

Luego de hacer el análisis de Normal tecnológica y algunas agrupaciones de las cadenas particulares como por ejemplo la actividad de encofrado de aligerado, vigas y escalera de acuerdo a nuestra organización procedemos a reestructurar la Normal tecnológica seleccionando las cadenas particulares que nos sirva como base para calcular los parámetros de la cadena de construcción.

A continuación como ejemplo parte de la normal tecnológica que se encuentra en su totalidad en los anexos:

C.E.	Nº	CADENAS PARTICULARES	MES 01																								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
CIMENTACION	O.E.	S.S.	1 OBRAS PROVISIONALES	3d																							
			2 TRAZO, NIVELES, REPLANTEO			2d																					
	SEMI-SOTANO	1 EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO PESADO				1	3d																				
		2 EXCAVACION MANUAL PARA CIMENTACIONES					2	3d																			
		3 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE/ VOLQUETE						3	3d																		
		4 CONSTRUCCION DE CISTERNA, POZO CEPTICO Y ASCENSOR							4	3d																	
		5 SOLADO PARA ZAPATAS									5	3d															
		6 HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN ZAPATAS Y VIGA DE CIMENTACION											6	3d													
		7 ENCOFRADO DE ZAPATAS Y VIGA DE CIMENTACION												7	3d												
		8 VACIADO DE CONCRETO EN ZAPATAS, VIGA DE CIMENTACION Y CIMENTO CORRIDO													8	3d											
9 DESENCOFRADO DE ZAPATAS Y VIGA DE CIMENTACION															9	3d											
10 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO																					10	3d					
SEMI-SOTANO	1 HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN MUROS													1	2d												
	2 ENCOFRADO DE MUROS, COLUMNAS Y SOBRECIMENTOS														2	4d											
	3 VACIADO DE CONCRETO EN MUROS, COLUMNAS Y SOBRECIMENTOS															3	4d										
	4 DESENCOFRADO DE MUROS, COLUMNAS Y SOBRECIMENTOS																	4	2d								
	5 ENCOFRADO DE VIGAS, LOSAS Y ESCALERAS																		5	2d							
	6 COLOCACION DE LADRILLOS DETECHO																				6	2d					
	7 HABILITACION DE ACERO EN VIGAS, LOSAS Y ESCALERAS																					7	2d				
	8 INSTALACION ELECTRICA; ENTUBADO PARA ILUMINACION Y TOMACORRIENTES																						8	2d			
	9 INSTALACION SANITARIA; ENTUBADO DE PUNTOS DE DESAGUE																							9	2d		
	10 VACIADO DE CONCRETO EN ALIGERADO, LOSA MACIZA, VIGAS Y ESCALERA																								10	2d	
		1 DESENCOFRADO DE LOSAS																									
		2 DESENCOFRADO DE VIGAS Y ESCALERA																									
		1 HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN COLUMNAS Y PLACAS DE ASCENSOR																							1	2d	
		2 ENCOFRADO DE COLUMNAS Y PLACAS DE ASCENSOR																								2	2d

Figura Nº 27.- Normal tecnológica de la C. E. de cimentación

Fuente: "Elaboración propia"

4.2.6 ESQUEMA DE DESARROLLO

El esquema de desarrollo del objeto de construcción lo definimos según las cadenas especializadas que hemos definido, en este caso se va a considerar lo siguiente:

- Horizontal; para las cadenas especializadas de cimentación y coberturas; como en el grafico siguiente:

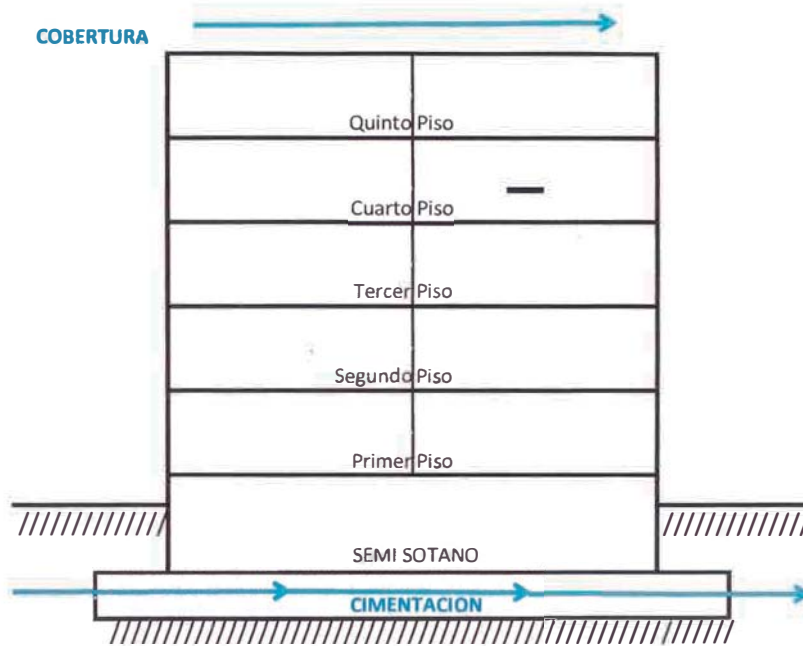


Figura N° 28.- Esquema de desarrollo horizontal del proyecto

Fuente: "Elaboración propia"

- Horizontal - Vertical ascendente; para las cadenas especializadas de estructuras y acabados; como en el grafico siguiente:

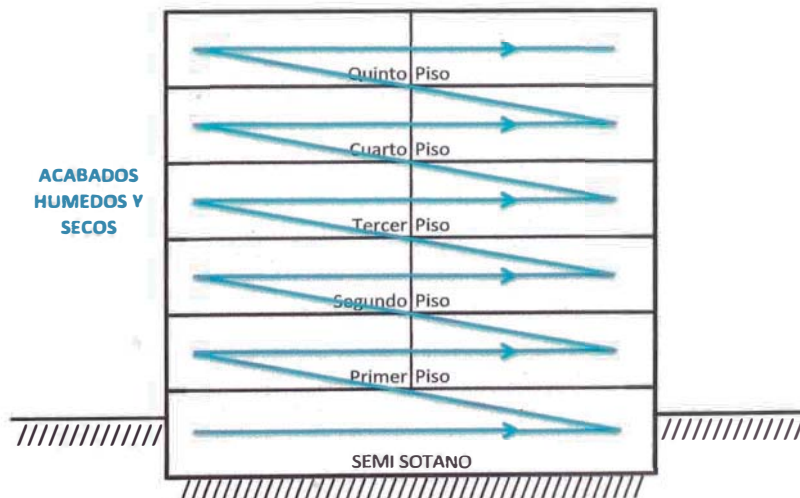


Figura N° 29.- Esquema de desarrollo Horizontal - vertical ascendente del proyecto

Fuente: "Elaboración propia"

4.2.7 DEFINICIÓN DE NÚMERO DE PROCESOS COMPONENTES (n)

Para determinar el parámetro tecnológico aceptamos el desmembramiento del proceso de construcción a nivel de operaciones planteado para cada cadena especializada.

C.E. de Cimentación	n = 10
C.E. de Estructura	n = 10
C.E. de Cobertura	n = 5
C.E. de Acabados húmedos	n = 11
C.E. de Acabados secos	n = 10
C.E. de Obras exteriores	n = 11

4.2.8 DEFINICIÓN DEL PARÁMETRO DE ESPACIO (m):

Para cada una de las cadenas especializadas el número de unidades de producción pueden variar dependiendo del esquema con que se decide trabajar.

Para la cadena objeto del proyecto en estudio, tomamos en cada una de las cadenas especializadas las siguientes unidades de producción:

<u>Cadena Especializada</u>	<u>Unidades de producción (m)</u>
Cimentación	3
Estructuras	2
Coberturas	3
Acabados húmedos y secos	2
Obras exteriores	1

4.2.9 DEFINICIÓN DEL MÓDULO DE CICLICIDAD (k)

Para determinar el parámetro de tiempo, aceptamos las duraciones planteadas para cada proceso y tomamos ($k = 1$) jornada, en donde la jornada laborable diaria será de 08 horas.

El módulo de ciclicidad lo determinaremos estableciendo el ritmo de ejecución de la cadena de construcción. Este ritmo está dado por la

actividad que en función del recurso dominante consideremos más importante, y cuya duración sea determinante en el plazo de ejecución de la obra y los demás se adecuaran a su intensidad.

Según las cadenas particulares consideradas en el desarrollo de la normal tecnológica, estableceremos la actividad rectora, que nos permite determinar el ritmo de ejecución de la cadena de construcción.

En la cadena especializada de cimentación:

- Todas las cadenas particulares se está considerando un módulo de ciclicidad igual a uno ($k = 1$) por una unidad de producción.

En la cadena especializada de estructura:

- En el semisótano las cadenas particular de encofrado y vaciados de concreto en muros, columnas y sobrecimiento por metrado y rendimiento presentan una mayor trabajosidad, por lo que su módulo de ciclicidad será de dos días ($k=2$) para una unidad de producción.
- Del primer piso al quinto se formó la cadena particular de encofrado de columnas y placas de ascensor y la cadena particular de encofrado de vigas, losas y escaleras.

Pero de acuerdo a los metrados y rendimientos la actividad de encofrado de vigas, losas y escaleras es de mayor trabajosidad; con lo que podemos estimar que la duración de esta actividad será de un día; es decir la cadena particular de encofrado de vigas, losas y escaleras se desarrollara con un módulo de ciclicidad igual a la unidad ($k = 1$).

Las demás cadenas particulares se está considerando con un módulo de ciclicidad igual a uno ($k=1$) por unidad de producción.

En la cadena especializada de cobertura:

Todas las cadenas particulares se está considerando un módulo de ciclicidad igual a uno ($k = 1$) por una unidad de producción.

En la cadena especializada de acabados:

La cadena particular muro de ladrillos debido a las especificaciones técnicas no se pueden realizar en un solo día, por lo que su módulo de ciclicidad para una unidad de producción será de dos días ($k=2$).

Las cadenas particulares tarrajeo de cielo raso, instalaciones eléctricas (en el caso de entubados, colocación de cajas y canalización), instalación sanitaria, tarrajeo de muros y de enchapes por mitrado y rendimiento presentan una mayor trabajosidad por lo que su módulo de ciclicidad será de dos días ($k=2$) para una unidad de producción.

Las demás cadenas particulares se está considerando con un módulo de ciclicidad igual a uno ($k=1$) por unidad de producción.

En la cadena especializada de obras exteriores:

El módulo de ciclicidad va a variar de valor en todas las cadenas particulares ya que se está considerando cada actividad como una sola unidad de producción.

4.3 DISEÑO DE LAS CADENAS ESPECIALIZADAS

El proyecto realizado está formado por la construcción de un edificio de 05 pisos más un semisótano, los cuales están conformados por dos unidades básicas de vivienda.

Para el diseño de cada cadena especializada se tendrá presente el esquema de desarrollo, los parámetros de espacio, de tiempo y tecnológicos

interrelacionándolos de tal forma que permita obtener como resultado final el objeto de construcción.

4.3.1 CADENA ESPECIALIZADA DE CIMENTACIÓN

Esta cadena está constituida por 10 cadenas particulares, las cuales se desarrollan a través de tres unidades de producción.

El esquema de desarrollo de esta cadena especializada será horizontal ya que todo se encuentra en un mismo plano.

Esta cadena particular de construcción de cisterna y poza séptico se ejecutara con una sola cuadrilla las cuales harán los trabajos de colocación de acero, encofrado y vaciado de concreto, considerando una duración de 03 días.

4.3.2 CADENA ESPECIALIZADA DE ESTRUCTURA

Esta cadena está constituida por 10 cadenas particulares, las cuales se desarrollan a través de dos unidades de producción por cada nivel.

El esquema de desarrollo de esta cadena especializada será horizontal vertical ascendente, es decir se trabajara horizontalmente en un nivel a través de las unidades de producción considerada y luego se pasara al nivel siguiente en forma ascendente hasta terminar con todos los pisos.

Esta cadena se inicia una vez concluida la cadena particular de vaciado de concreto en zapatas y cimientos corridos en su primera unidad correspondiente a la cadena especializada de Cimentación.

Esta cadena especializada presenta ritmo múltiple en sus cadenas particulares en el nivel del semisótano y en el resto de niveles se comporta como una cadena rítmica. Además presenta una interrupción

tecnológica luego de la cadena particular vaciado de concreto de losas y vigas.

4.3.3 CADENA ESPECIALIZADA DE COBERTURA

Esta cadena está constituida por 05 cadenas particulares, las cuales se desarrollan a través de tres unidades de producción.

El esquema de desarrollo de esta cadena especializada será horizontal ya que todo se encuentra en un mismo plano.

Esta cadena se inicia una vez concluida la cadena particular de vaciado de concreto en losas y vigas en su segunda unidad correspondiente a la cadena especializada de Estructura.

Para la cadena particular “construcción de tanque elevado”, se está tomando en cuenta la misma forma de ejecución que para la cadena particular construcción de cisterna, pozo séptico correspondiente a la cadena especializada de cimentación.

4.3.4 CADENA ESPECIALIZADA DE ACABADOS HÚMEDOS Y SECOS

Esta cadena está constituida por 21 cadenas particulares, las cuales se desarrollan a través de dos unidades de producción por cada nivel.

Esta cadena especializada se ha dividido en cadena especializada de acabados húmedos y cadena especializada de acabados secos

La cadena especializada en acabados húmedos está constituida por 11 cadenas particulares y su esquema de desarrollo será horizontal vertical ascendente.

Para el inicio de esta cadena dependerá de la ubicación de su punto de acercamiento crítico con relación de la cadena de estructura,

teniendo presente el criterio de haber concluido la estructura para poder iniciar los acabados.

La cadena especializada en acabados secos está constituida por 10 cadenas particulares y su esquema de desarrollo será horizontal vertical ascendente.

Para el inicio de esta cadena se tendrá en cuenta un tiempo tecnológico que permita el secado total de los tarrajes de cielorrasos y muros antes de comenzar con la pintura. Esta consideración se deberá cumplir para cualquiera de las unidades de producción, definiéndose de este modo el punto de acercamiento crítico entre las cadenas de acabados húmedos y secos. En esta cadena también se tendrá en cuenta los tiempos organizativos.

Esta cadena especializada presenta ritmo múltiple en sus cadenas particulares en el nivel del semisótano para acabados húmedos y en el resto de niveles se comporta como una cadena rítmica.

4.3.5 CADENA ESPECIALIZADA DE OBRAS EXTERIORES

Esta cadena está constituida por 11 cadenas particulares, las cuales se desarrollan a través de una unidad de producción.

El esquema de desarrollo de esta cadena especializada es variable ya que en algunos casos será horizontal y otros será vertical.

Esta cadena se inicia con la cadena particular obras provisionales; pero el inicio de otras cadenas particulares dependerá del requerimiento que se tengan con cada una de ellas y se ira relacionando con algunas cadenas particulares de la cadena especializada de acabados.

4.4 CALCULO DE LOS RECURSOS ASIGNADOS

Para cumplir con el método de construcción en cadena realizamos la asignación de recursos referentes a la mano de obra.

Los cálculos se realizan empleando una hoja de cálculo y se muestran en forma de cuadros en la sección de anexos. Estos cuadros constan de 14 columnas, las cuales describimos a continuación a modo de ejemplo de cálculo:

- (1) En esta columna se indica la cadena especializada
- (2) En esta columna se indica el nivel
- (3) Se indica el número de cadena particular
- (4) Se indica la cadena particular que está representando al proceso simple.
- (5) Se indica la unidad de medida respectiva de cada operación.
- (6) Se indica el metrado o volumen de trabajo a realizar (P)
- (7) Se indica la cuadrilla necesaria para la ejecución de las operaciones
- (8) Se indica el rendimiento estándar que alcanza la cuadrilla (S)
- (9) Indica la trabajosidad (q) de la operación, calculada en función de la composición de la cuadrilla, del rendimiento de esta y del metrado.

Por ejemplo: Para la cadena particular Excavación manual con equipo pesado, la trabajosidad será:

$$q = P / S = (422.37 \text{ m}^3) / (150 \text{ m}^3/\text{día})$$

$$q = 2.82 \text{ días}$$

- (10) Indica el número de unidades de producción (m)
- (11) Indica el módulo de ciclicidad según la cadena particular (k)
- (12) Indica el número de cuadrillas requeridas en cada cadena particular (N)
$$N = P / (t \times S) = q / (m \times k) = (2.82 \text{ días}) / (3 \times 1) = 0.94; \text{ aproximando:}$$
$$N = 1 \text{ cuadrilla (ej. de la Cadena Particular de excavación manual)}$$
- (13) Indica la composición de la cuadrilla que se necesita a partir de "N"
- (14) Indica el total de trabajadores que componen la cuadrilla.

En forma similar se realizara el cálculo de los recursos de mano de obra para las demás cadenas particulares; en la figura siguiente podemos observar el cuadro de recursos asignados para la C. E. de Cimentación y C. E. de Estructura en el nivel de semisótano y primer piso.

CUADRO DE ASIGNACION DE RECURSOS

(1) C.E.	(2) NIVEL	(3) No	(4) CADENAS PARTICULARES	(5)		(7)				(8)	(9)		(10)	(11)	(12)				(13)	(14)
				VOLUMEN DE TRABAJO (P)		CUADRILLA TIPICA				TRABAJOSIDAD (g)	m	k	CUADRILLA REQUERIDA				TOTAL			
				UND.	METRADO	OP	OF	PE	REND. (S)	q=P/S	N	OP	OF	PE						
CIMENTACION	SEMI-SOTANO	1	EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO PESADO	M3	422.37	1	0	1	150.00	2.82	3	1	1	1	0	1	2			
		2	EXCAVACION MANUAL PARA CIMENTACIONES	M3	98.64	0	0	1	4.00	24.66	3	1	8	0	0	8	8			
		3	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQUETE	M3	644.55	0	1	0	220.00	2.93	3	1	1	0	1	0	1			
		4	CONSTRUCCION DE CISTERNA, POZO CEPTICO Y ASCENSOR ACERO DE REFUERZO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VACIADO DE CONCRETO	UND.	1.00	4	4	6	0.33	3.00	3	1	1	4	4	6	14			
		5	SOLADO PARA ZAPATAS	M2	82.00	1	0	2	28.00	2.93	3	1	1	1	0	2	3			
		6	HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN ZAPATAS Y VIGA DE CIMENTACION	KG	3317.11	1	1	0	280.00	11.85	3	1	4	4	4	0	8			
		7	ENCOFRADO DE ZAPATAS Y VIGA DE CIMENTACION	M2	109.12	1	1	0	12.00	9.09	3	1	3	3	3	0	6			
		8	VACIADO DE CONCRETO EN ZAPATAS, VIGA DE CIMENTACION Y CIMIENTO CORRIDO	M3	60.00	2	2	8	22.00	2.73	3	1	1	2	2	8	12			
		9	DESENCOFRADO DE ZAPATAS Y VIGA DE CIMENTACION	M2	109.12	0	1	2	35.00	3.12	3	1	1	0	1	2	3			
		10	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	25.20	0	0	1	4.00	6.30	3	1	2	0	0	2	2			
ESTRUCTURA	SEMI-SOTANO	1	HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN MUROS	KG	2850.33	1	1	0	280.00	10.18	2	1	5	5	5	0	10			
		2	ENCOFRADO DE MUROS, COLUMNAS Y SOBRECIMENTOS	M2	401.63	1	1	0	10.00	40.16	2	2	10	10	10	0	20			
		3	VACIADO DE CONCRETO EN MUROS, COLUMNAS Y SOBRECIMENTOS	M3	65.37	2	1	12	10.00	6.54	2	2	2	4	2	20	26			
		4	DESENCOFRADO DE MUROS, COLUMNAS Y SOBRECIMENTOS	M2	401.63	0	1	2	40.00	10.04	2	1	5	0	5	11	16			
		5	ENCOFRADO DE VIGAS ENCOFRADO DE LOSAS Y ESCALERAS	M2	105.21	1	1	0	9.00	11.69	2	1	14	14	14	0	28			
		6	COLOCACION DE LADRILLOS DETECHO	UND.	2037.00	1	1	9	1600.00	1.27								2	1	1
		7	HABILITACION DE ACERO EN VIGAS HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN LOSAS Y ESCALERA	KG	2063.51	1	1	0	280.00	7.37	2	1	6	6	6	1	13			
		8	INSTALACION ELECTRICA; ENTUBADO PARA ILUMINACION Y TOMACORRIENTES INSTALACION SANITARIA; ENTUBADO DE PUNTOS DE DESAGUE	PTO	39.00	1	0	1	12.00	3.25								2	1	4
		9	VACIADO DE CONCRETO EN ALIGERADO, LOSA MACIZA, VIGAS Y ESCALERA	M3	41.84	3	2	13	23.00	1.82	2	1	1	3	2	11	16			
		10	DESENCOFRADO DE LOSAS, VIGAS Y ESCALERA	M2	352.42	1	1	1	40.00	8.81	2	1	4	4	5	5	14			
PRIMER PISO	PRIMER PISO	1	HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN COLUMNAS Y PLACAS DE ASCENSOR	KG	2681.39	1	1	0	280.00	9.58	2	1	5	5	5	0	10			
		2	ENCOFRADO DE COLUMNAS Y PLACAS DE ASCENSOR	M2	140.87	1	1	0	10.00	14.09	2	1	7	7	7	0	14			
		3	VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS Y PLACAS DE ASCENSOR	M3	14.77	2	1	12	10.00	1.48	2	1	1	2	1	9	12			
		4	DESENCOFRADO DE COLUMNAS Y PLACAS DE ASCENSOR	M2	140.87	0	1	2	40.00	3.52	2	1	2	0	2	3	5			
		5	ENCOFRADO DE VIGAS ENCOFRADO DE LOSAS Y ESCALERAS	M2	99.29	1	1	0	9.00	11.03	2	1	13	13	13	0	26			
		6	COLOCACION DE LADRILLOS DE TECHO	UND.	1579.00	1	1	9	1600.00	0.99								2	1	1
		7	HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN VIGAS HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN LOSAS Y ESCALERA	KG	1966.83	1	1	0	280.00	7.02	2	1	4	4	4	0	8			
		8	INSTALACION ELECTRICA; ENTUBADO PARA ILUMINACION Y TOMACORRIENTES INSTALACION SANITARIA; ENTUBADO DE PUNTOS DE DESAGUE	PTO	91.00	1	0	1	12.00	7.58								2	1	6
		9	VACIADO DE CONCRETO EN ALIGERADO, LOSA MACIZA, VIGAS Y ESCALERA	M3	37.92	3	2	13	23.00	1.65	2	1	1	3	2	10	15			
		10	DESENCOFRADO DE LOSAS, VIGAS Y ESCALERA	M2	319.50	1	1	1	40.00	7.99	2	1	4	4	4	4	12			

Figura N° 30.- Cuadro de Recursos asignados

Fuente: "Elaboración propia"

El resto de los cuadros de recursos asignados se encuentran en los anexos.

4.5 RESULTADO DE LA APLICACIÓN

Como resultado de la aplicación del método de la cadena en nuestro proyecto se tiene un ciclograma, que se forma a partir de la normal tecnológica y del cuadro de recursos asignados.

En el ciclograma se muestran los procesos a realizar y la secuencia del movimiento de las diferentes cuadrillas, con lo que se puede observar cómo se desplazan de una unidad de producción a otra, por lo tanto nos brinda una información más completa que en los cuadros tipo Gantt por ejemplo.

Con el ciclograma nos permiten controlar los suministros de mano de obra, equipos y materiales, necesarios para la ejecución del objeto de construcción.

El ciclograma permite valorizar las cadenas especializadas según días calendarios, semanal, quincenal o mensual.

En la figura siguiente se observa el ciclograma de la C.E. de cimentación y en los anexos se encuentra el ciclograma del objeto de construcción.



Figura N° 31.- Ciclograma de la C. E. de cimentación

Fuente: "Elaboración propia"

*.- Uso del Recurso Encofrado:

Debido a la cantidad de usos a dar a la madera para las formas de encofrado, podemos considerar a los trabajos de encofrado, como los más importantes para el desarrollo de la obra

En el proyecto se tuvo las siguientes actividades de encofrado; sobrecimiento, muros, placas, columnas, vigas, losas y escaleras.

Según las especificaciones técnicas, existe interrupciones tecnológicas antes del desencofrado de los elementos de concreto como es el caso de los:

Costados de columnas y vigas:	Tt = 01 Día
Aligerados	Tt = 07 Días
Vigas	Tt = 21 Días

En el caso del encofrado Horizontal usamos 04 juegos de encofrado para las losas por unidad de producción y 06 juegos para las vigas por unidad de producción, de tal forma que el encofrado que se tenía a disposición inmediatamente pasaba a otra unidad de producción respetando los tiempos tecnológicos normados.

Ya que no hubo muchos usos en estos casos la mayor parte de la madera que se encuentre en buen estado paso a la otra obra del contratista que se encontraba a pocas cuadras del proyecto.

En el caso del encofrado vertical usamos 02 juegos de encofrado por unidad de producción de tal forma que el encofrado que se tenía a disposición inmediatamente pasaba a otra unidad de producción respetando los tiempos tecnológicos normados.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES:

- El haber aplicado el método de la cadena en este proyecto hizo desarrollar la optimización del trabajo de los operarios, haciendo que mejore su rendimiento y por tanto la productividad de toda la obra de edificación.
- Como se formó cuadrillas para trabajos determinados y los procesos eran repetitivos; las cuadrillas lograron mejorar su aprendizaje, rendimiento y producción en bien del proyecto.
- Las cuadrillas llegaron a desarrollar su trabajo designado en un menor tiempo con el transcurrir de los días ya que se vuelve un proceso repetitivo.
- En cuanto al tiempo de construcción aplicando el método de la cadena para este proyecto; de acuerdo a los resultados obtenidos el tiempo de construcción de la obra se redujo en 47 días útiles y en días calendarios aproximadamente dos meses.
- Al reducir el tiempo de construcción del objeto llevo a la reducción de los gastos generales en un tiempo aproximado de dos meses calendarios en obra, así como otros gastos que se pudieron presentar si duraba más tiempo la obra. Ya que la fecha de fin de obra fue el 07 de octubre del 2008.
- Para este método de trabajo continuo es muy importante tener un programa de abastecimiento de materiales, coordinando a tiempo con los proveedores de forma de asegurar que nunca falten los materiales en obra para asegurar que se cumpla todas las partidas de trabajo sin ningún contratiempo.

- La aplicación de este método de construcción en cadena se hace mucho más conveniente para aquellos proyectos que se repiten un número de veces formando ciclos continuos de trabajo, y requiriendo cada uno de ellos para su ejecución el mismo volumen de trabajo e igualdad de condiciones en la aplicación de los recursos. Como por ejemplos condominios donde se construyen “n” edificios similares entre ellos.
- Con este método de trabajo también se va a tener un mejor provecho si el volumen de producción es mayor, porque con ello se va a lograr disminuir tiempos improductivos generados por la ausencia de frentes de trabajos.
- Este método trabaja con un ciclograma en el cual se muestran los procesos a realizar y la secuencia del movimiento de las diferentes cuadrillas, con lo que se puede observar cómo se desplazan de una unidad de producción a otra, por lo tanto nos brinda una información más completa que en los cuadros tipo Gantt por ejemplo.
- Con el ciclograma nos permiten controlar los suministros de mano de obra, equipos y materiales, necesarios para la ejecución del objeto de construcción.
- En el caso del encofrado horizontal se usó una mayor cantidad de madera, ya que tuvo de dos a tres usos; pero le mayor parte de este material fue usado en una obra similar que tenía la empresa, muy cercana a este proyecto.
- El haber acabado la obra en un menor tiempo hizo que los clientes observaran los departamentos acabados y se animen a comprarlos a diferencia de otro proyecto que se encontraba muy cercano al nuestro.
- El haber realizado las ventas de los departamentos antes de lo proyectado trajo consigo que se cumpla el objetivo de que la empresa tenga un pronto retorno de su capital invertido.
- Esto también trajo que se tenga una buena relación con los vecinos ya que observaban que el avance de los trabajos se realizaba en un buen ritmo, por lo que el tiempo de molestar de los vecinos debido a la construcción se acabaría en poco tiempo.

5.2 RECOMENDACIONES:

- Es recomendable organizar el proceso de construcción para que los trabajos sean en forma continua.
- Se recomienda que una misma cuadrilla realice una misma actividad de manera que el personal logre una especialización y eleve su productividad. No es conveniente el cambio de actividad de las cuadrillas esto genera un tiempo para adecuarse a una nueva tarea y baja la productividad.
- Se recomienda tener personal especializado para cada actividad respectiva. Y buscar automatizar los trabajos de procesos repetitivos con este personal capacitado para cada actividad para que permita la ejecución continua y uniforme de las diferentes actividades.
- Se recomienda especializar a la mano de obra en una actividad antes de iniciar los trabajos, para que se adapte a una cadena de producción.
- Se recomienda que el personal en obra no esté cambiando de actividad por que trae como consecuencia un periodo de aprendizaje para el personal.
- Se recomienda llevar una programación del flujo de los recursos de material, herramientas, equipos o del personal. Respecto a los materiales hay que coordinarlo continuamente con el proveedor.
- Es recomendable tener siempre un stock de materiales en obra para por lo menos unos días en caso demore el proveedor y las actividades no se vean perjudicadas.
- Se recomienda que los lugares de almacenamiento se encuentren ubicados en una zona que se pueda minimizar los tiempos de transporte interno.
- Es recomendable tener una obra ordenada y limpia con lo cual se disminuyen los riesgos de accidentes dentro de la obra y ayuda en la producción del personal.

BIBLIOGRAFÍA

CAPECO, Reglamento Nacional de Construcciones, Capeco Lima – Perú 2010.

Martínez Chumpitaz, Luis Manuel; “Programación de un Conjunto Habitacional de Cinco Bloques de Cuatro pisos – Fovime”. Tesis para optar el Título profesional, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, 1996.

Rodríguez Castillejo, Walter; Gerencia de construcción y del Tiempo – Costo, programación y control de Obras. Editorial Macro Segunda edición Lima – Perú 2013

Shikiya Taira Richard Arthur; “Programación de obra de un edificio multifamiliar”. Tesis para optar el Título profesional, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, 2003.

Vásquez Bustamante, Oscar; Planeamiento de Obras en Edificaciones. Editorial Nelsa Primera edición Lima – Perú 2009