

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



**EL USO DE LA PLUMA AUTOTREPANTE DISTRIBUIDORA
DE CONCRETO EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE ALTURA
CONSIDERABLE**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

LUIS PARIONA PAQUIYAURI

Lima - Perú

2013

Dedicatoria

La presente investigación se la dedico a mi familia.

A mis padres y hermanos por su apoyo y confianza en todo lo necesario para a cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

A mis padres por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor.

	Págs.
RESUMEN.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS	4
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES	8
1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	8
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	9
1.3 ALCANCES DEL PROYECTO	12
1.4 RESTRICCIONES DEL PROYECTO	14
CAPÍTULO II: DESPERDICIO DEL CONCRETO EN UNA OBRA DE EDIFICACIÓN DE ALTURA CONSIDERABLE.....	15
2.1. INTRODUCCIÓN AL DESPERDICIO DE MATERIALES	15
2.2. IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS	15
2.3. NECESIDAD DE UN SISTEMA DE VACIADO.....	20
CAPÍTULO III: PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE MEJORA EN EL VACIADO DE CONCRETO EN LA ETAPA DE ESTRUCTURAS.....	21
3.1. LAYOUT DE OBRA.....	21
3.2. COSTOS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS	23
3.3. CRONOGRAMA DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS	25
3.4. PROCESO CONSTRUCTIVO APLICABLE AL PROYECTO.....	26
CAPÍTULO IV: USO DE LA PLUMA AUTOTREPANTE Y SU CORRECTA GESTIÓN EN UNA OBRA DE EDIFICIACIÓN	31
4.1. DEFINICIÓN DE LA PLUMA AUTOTREPANTE	31
4.2. ANÁLISIS DE PRECIOS POR ACTIVIDADES.....	34
4.3. ANÁLISIS DE CANTIDAD DE TRABAJO	35
4.4. ANÁLISIS DE TIEMPO Y PLAZOS	36
4.5. COMPARATIVO DE COSTOS.....	37
4.6. EXPERIENCIA GyM – PROYECTO EDIFICIO COORPORATIVO GyM ...	39
4.7. FUNCIONAMIENTO DEL BRAZO CONCRETERO.....	51

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
5.1 CONCLUSIONES.....	55
5.2 RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA	57

RESUMEN

Melinghendler (1976) define a los desperdicios como “todo aquello que diferencia a la obra ejecutada de la obra perfecta”. Si bien es cierto es imposible lograr una obra perfecta, se debe procurar acercarse lo más posible a la situación ideal. Una manera de hacerlo es minimizando las pérdidas, mejorando así la productividad y reduciendo costos. Una definición más práctica y común es considerar al desperdicio como “todos aquellos recursos que se consumen de más y que no agregan valor al producto” .

Actualmente, sobre todo en las grandes ciudades, presenciamos el auge de la construcción de edificios más altos, lo cual ha llevado a nosotros los ingenieros a la búsqueda de una mayor velocidad, exactitud y eficiencia en los costos de la colocación del concreto, puesto que cada vez con mayor exigencia, los propietarios requieren a los constructores acortar los tiempos de la terminación de las obras. Junto con este requerimiento también se ha incrementado la demanda del concreto premezclado y la necesidad inevitable de cuantificar el desperdicio de este material, ya que su alto costo por metro cúbico lo amerita, por lo que surge como alternativa de solución, el estudio de una mejora en la tecnología de su distribución y colocación.

	Págs.
Figura N° 1: Plano de ubicación del Edificio	8
Figura N° 2: Vistas desde el interior del terreno.....	9
Figura N° 3: Frontis de la Edificación.....	10
Figura N° 4: Cronograma de obra	11
Figura N° 5: EDT del proyecto (Estructura detallada del Trabajo)	13
Figura N° 6: Modelamiento en BIM de la Pluma Autotrepante.....	14
Figura N° 7: Histograma de causas de desperdicio del concreto premezclado...	16
Figura N° 8: Diagrama de Ishikawa de las causas de desperdicio de concreto premezclado.....	16
Figura N° 9: Diagrama de Flujo del proceso general del vaciado de concreto premezclado	17
Figura N° 10: Vaciado de concreto premezclado en elementos horizontales.....	18
Figura N° 11: Vaciado de concreto premezclado en elementos verticales.....	19
Figura N° 12: Pluma distribuidora de concreto premezclado	20
Figura N° 13: Layout de Obra - Sótanos.....	21
Figura N° 14: Layout de Obra – Pisos superiores.....	22
Figura N° 15: Presupuesto de concreto premezclado con pluma autotrepante...	23
Figura N° 16: Resumen por elemento estructural de concreto premezclado vaciado con pluma autotrepante.....	24
Figura N° 17: Resumen por resistencia de concreto premezclado	24
Figura N° 18: Plan diario estándar.....	25
Figura N° 19: Lookahead estándar	25
Figura N° 20: Cuadro de control de roturas y envío de probetas de concreto	27
Figura N° 21: Proceso de compactación	29
Figura N° 22: Proceso de regleado.....	30
Figura N° 23: Flujo proceso de vaciado de concreto premezclado (losas).....	30
Figura N° 24: Sistema Modular sin contrapeso.....	31
Figura N° 25: Sistema Modular sin contrapeso.....	32
Figura N° 26: Sistema de separación rápida	33
Figura N° 27: Proceso de trepado	34
Figura N° 28: Metros cúbicos de concreto premezclado en Sub-estación	35
Figura N° 29: Metros cúbicos de concreto premezclado en sótanos.....	35

Figura N° 30: Metros cúbicos de concreto premezclado en Torre	35
Figura N° 31: Metros cúbicos de concreto premezclado en zona de aislamiento sísmico	36
Figura N° 32: Cronograma general de obra.....	36
Figura N° 33: Cronograma de equipos mayores.....	37
Figura N° 34: Cuadro comparativo de vaciado de concreto premezclado	38
Figura N° 35: Modelamiento BIM de la Pluma Autotrepante en el sótano.....	39
Figura N° 36: Sectorización de sótanos.....	40
Figura N° 37: Modelamiento BIM de Sectorización de sótanos	40
Figura N° 38: Vaciado de concreto en sótanos con pluma Autotrepante	41
Figura N° 39: Nivel de Aislamiento	41
Figura N° 40: Modelamiento BIM del nivel de Aislamiento.....	42
Figura N° 41: Vaciado en el nivel de aislamiento con Pluma Autotrepante	42
Figura N° 42: Sectorización de Torre.....	43
Figura N° 43: Modelamiento BIM de sectorización de pisos superiores - Torre.....	43
Figura N° 44: Vaciado de torre con pluma Autotrepante	44
Figura N° 45: Modelamiento posterior del edificio.....	44
Figura N° 46: Modelamiento frontal del edificio	44
Figura N° 47: Colocación de soporte en forma de cruz.....	45
Figura N° 48: Montaje de torre vertical	45
Figura N° 49: Colocación de torre con plataforma y tornamesa.....	46
Figura N° 50: Colocación de 2 contrapesos – vista lateral.....	46
Figura N° 51: Traslado de Pluma con camión	47
Figura N° 52: Instalación e pluma de 3100kg con accesorios en peso aproximado de 400kg (considerando un peso por el concreto aproximadamente entre 500 a 900kg dependiendo de la longitud de la tubería).....	47
Figura N° 53: Instalación de sistema hidráulico y conexiones eléctricas.....	48
Figura N° 54: Pruebas en vacío.....	48
Figura N° 55: Tipo de refuerzo en zona de losa postensada	49
Figura N° 56: Llenado de concreto para ducto de pluma trepadora	49
Figura N° 57: Tipo de apuntalamiento para soportar y distribuir las cargas del brazo a lo largo de toda la edificación.....	50
Figura N° 58: Sección de apuntalamiento aplicado en todos los niveles	50

Figura N° 59: Uso de operador de equipo	51
Figura N° 60: Vaciado de concreto premezclado en zonas complicadas	51
Figura N° 61: Giro de 360° del Brazo hormigonador en diferentes sectores	52
Figura N° 62: Vaciado de concreto premezclado con apoyo de personal de obra	52
Figura N° 63: Vaciado vertical con pluma trepadora.....	53
Figura N° 64: Vaciado de concreto premezclado en losas macizas.....	53
Figura N° 65: Vaciado de concreto premezclado en vigas.....	54
Figura N° 66: Vaciado de concreto premezclado en Muro Pantalla	54

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el mundo se vienen desarrollando numerosos proyectos bajo procesos constructivos modernos, los cuales hacen uso de la nueva tecnología en la construcción con equipos que buscan optimizar costos, plazos y mejorar la productividad en la ejecución de la obra. En los proyectos en donde se tiene una altura considerable o el requerimiento del material “concreto premezclado” es considerable es muy imprescindible buscar la forma de como poder optimizar recursos y obtener una mejora en los proyectos en las cuales sean necesarias. Esto nos lleva a utilizar equipos como la Pluma Autotrepante que ayude a llevar a cabo los proyectos siguiendo lineamientos constructivos de los países desarrollados con la tecnología de la construcción.

CAPITULO I: ANTECEDENTES

1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El cliente, la Holding Graña y Montero S.A.A. representada por su Inmobiliaria Viva GyM S.A. adquiere el terreno ubicado en la Av. Petit Thouars N° 4951 – 4957, del distrito de Miraflores, provincia de Lima, departamento de Lima (Figura 1), en las siguientes condiciones:



*Figura 1: Plano de ubicación del Edificio
(Proyecto: Edificio Corporativo - GyM)*

Edificación existente de 2 pisos en el frontis del terreno.

Edificación existente de 1 piso en el frontis del terreno que viene a ser la subestación N° 41 perteneciente a Luz Del Sur.

El área era usado como grifo.

Para la compra del terreno (área que no comprendía la subestación) se consideró realizar una compra posterior del área de la subestación a Luz Del Sur y únicamente realizar una demolición del mismo. Luz Del Sur no tiene

intenciones de la venta del terreno y producto de ello dejar de suministrar energía a una zona de Miraflores, por tal motivo se tuvo que llegar a un acuerdo entre Viva GyM y Luz Del Sur que consiste en acondicionar un ambiente definitivo ubicado en el sótano 1 del edificio a construir para que Luz Del Sur traslade la subestación, el costo del servicio de traslado será asumido por Graña y Montero S.A.A. y bordea el 15% del costo por la compra del terreno y el 3% del presupuesto contractual del edificio.

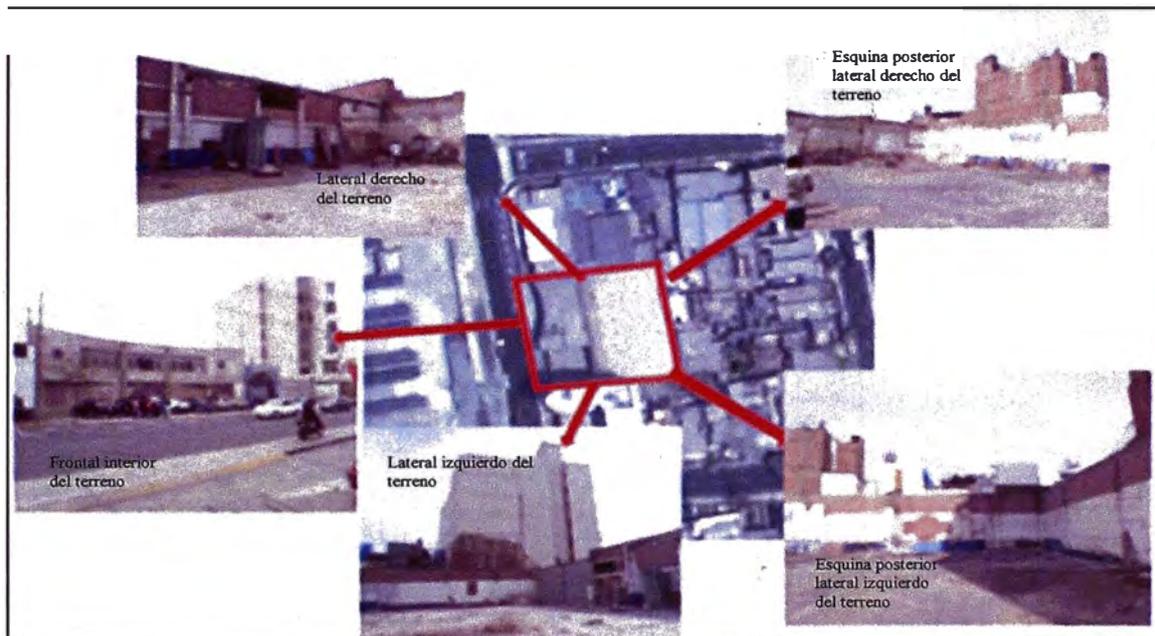


Figura 2: Vistas desde el interior del terreno

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “Edificio Corporativo GyM” consiste en la construcción de un edificio para oficinas de uso exclusivo para las empresas del Grupo Graña y Montero, la construcción pretende iniciar con la reubicación de la sub estación N° 41 de Luz del Sur mediante pilotes excavados y aplicando el concepto Top Down para suspenderla e iniciar la excavación masiva y estabilización de taludes mediante muros anclados.

La construcción del edificio consta de 4 sótanos más 1 nivel de cisternas haciendo uso de losas postensadas y concreto armado, la colocación de deslizadores (debajo de la zapata del ascensor) y aisladores sísmicos en el nivel

± 0.00 para aislar la estructura del sótano y la estructura de la torre que consta de 7 pisos más un nivel de azotea haciendo uso de prelosa, concreto armado y escaleras prefabricadas (Figura 3).

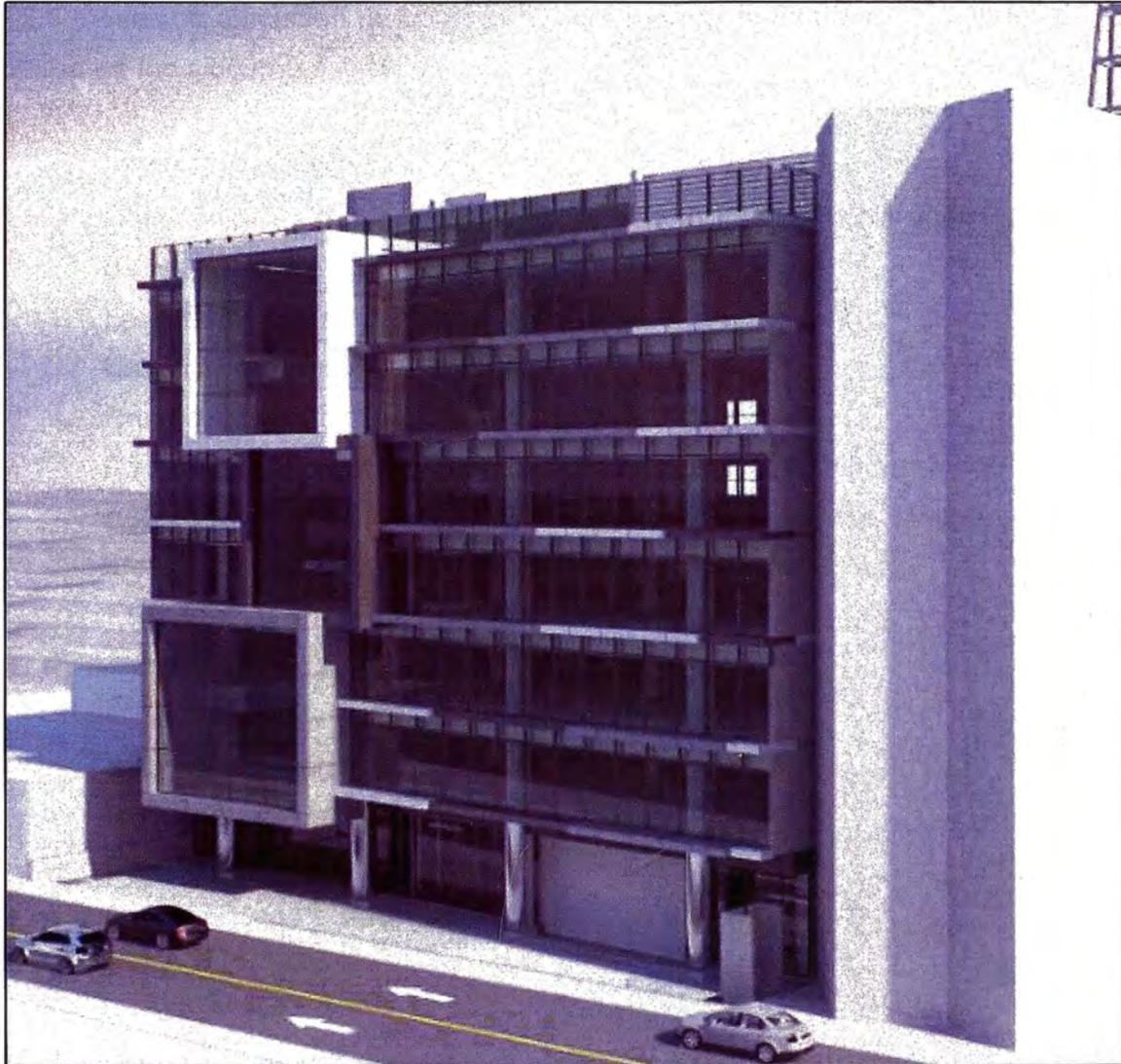


Figura 3: Frontis de la Edificación

a. Ubicación

Av. Petit Thouars N° 4951 – 4957, del distrito de Miraflores, provincia de Lima, departamento de Lima.

b. Datos técnicos

Área del terreno: 1,698.75 m².

- Área techada: 17,233 m²

c. Plazo de Ejecución

12.5 meses de ejecución de obra que se computará al momento de ocurrir el último de los siguientes eventos:

- Firma del contrato.
- Notificación del concesionario al constructor para el inicio a los trabajos de construcción.
- La entrega del inmueble por parte del concesionario.
- Estudio de suelos definitivo.
- Proyecto definitivo.
- Remoción por parte de Luz del Sur ubicada dentro del terreno de Obra.
- Acuerdos de reubicación de los vecinos colindantes que se verían afectados como consecuencias de la ejecución de la obra.

d. Principales hitos

- Acuerdos de reubicación con vecinos.
- Remoción de Sub estación.
- Inicio de obra.
- Colocación de aisladores sísmicos.
- Entrega de obra.

e. Cronograma de ejecución de obra (Figura 4)

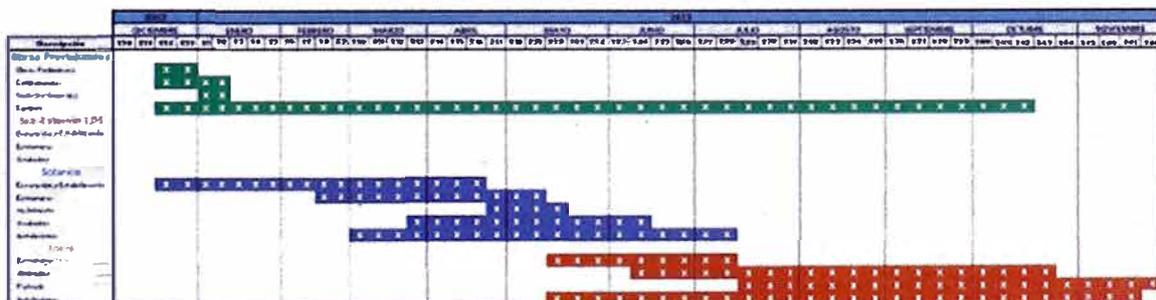


Figura 4: Cronograma de obra

1.3. ALCANCES DEL PROYECTO

El proyecto comprende la ejecución de las siguientes actividades que se encuentran dentro del EDT (Estructura de Desglose del Trabajo) del proyecto (Figura 5).

1. Sub estación
 - 1.1. Excavación y estabilización.
 - 1.2. Estructura de concreto armado.
 - 1.3. Acabados
2. Sótanos
 - 2.1. Excavación y estabilización.
 - 2.2. Estructura de concreto armado
 - 2.3. Instalaciones
 - 2.4. Acabados
3. Torre
 - 3.1. Estructura de concreto armado.
 - 3.2. Instalaciones.
 - 3.3. Acabados
 - 3.4. Fachada
4. Obras provisionales
 - 4.1. Obras preliminares.
 - 4.2. Servicios generales
 - 4.3. Campamentos.
 - 4.4. Equipos.

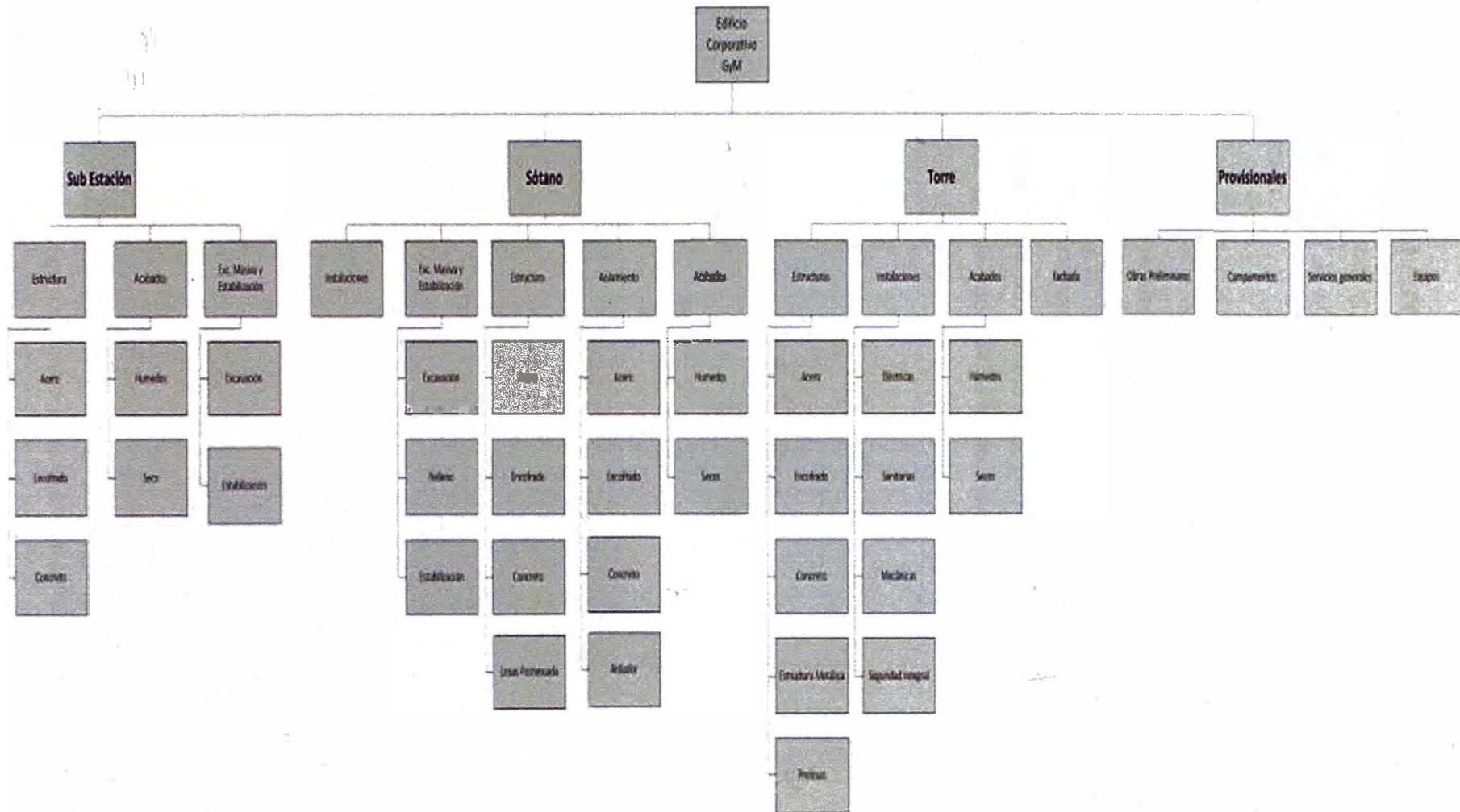


Figura 5: EDT del proyecto (Estructura detallada del Trabajo)

1.4. RESTRICCIONES DEL PROYECTO

1.4.1. Disponibilidad de Alquiler de la Pluma Autotrepante Distribuidora de Concreto.

GyM no cuenta con éste equipo, por lo cual se realizaron las gestiones para su alquiler así como se realizó en la Obra Universidad del Pacifico, UNICON es la única empresa que cuentan con éste equipo en el Perú, provee brazos concreteros con contrapesos, mientras que en proyectos de Chile y también en proyectos de Lima de otras empresas constructoras, ya cuentan con equipos más modernos de ese tipo que no tienen contrapeso.

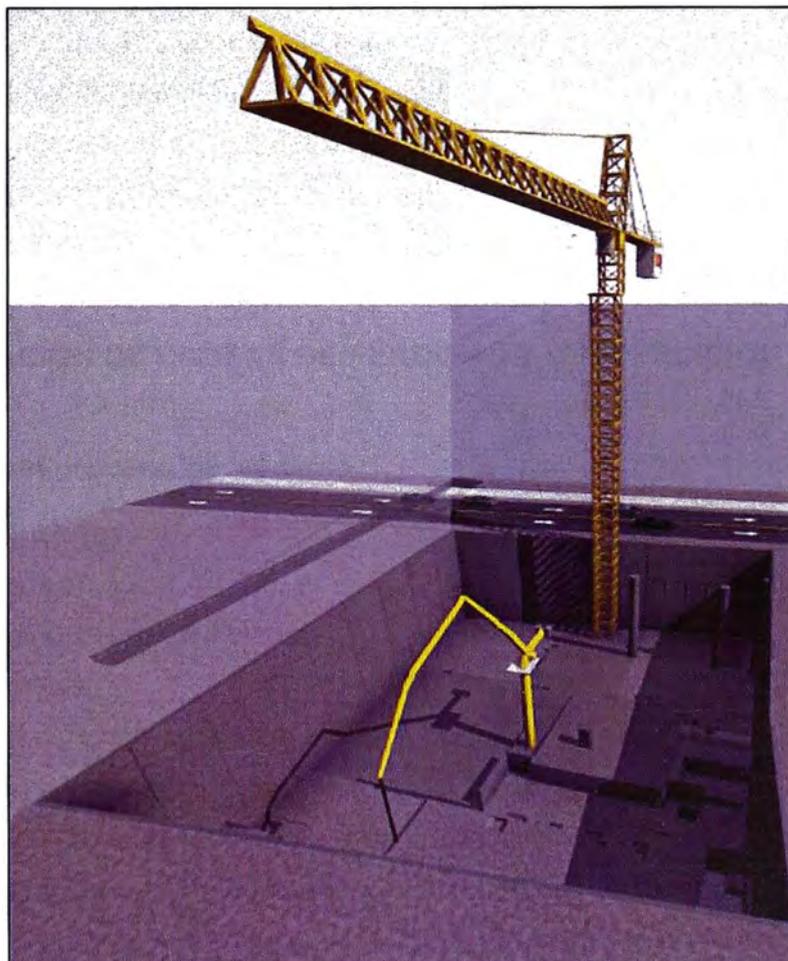


Figura 6: Modelamiento en BIM de la Pluma Autotrepante

CAPITULO II: DESPERDICIO DEL CONCRETO EN UNA OBRA DE EDIFICACIÓN DE ALTURA CONSIDERABLE

2.1. INTRODUCCION AL DESPERDICIO DE MATERIALES

Melinghendler (1976) define a los desperdicios como “todo aquello que diferencia a la obra ejecutada de la obra perfecta”. Si bien es cierto es imposible lograr una obra perfecta, se debe procurar acercarse lo más posible a la situación ideal, una manera de hacerlo es minimizando las pérdidas, mejorando así la productividad y reduciendo costos. Una definición más práctica y común es considerar al desperdicio como “todos aquellos recursos que se consumen de más y que no agregan valor al producto”

Actualmente sobre todo en las grandes ciudades, presenciamos el auge de la construcción de edificios más altos, lo cual nos ha llevado a nosotros los ingenieros a la búsqueda de una mayor velocidad, exactitud y eficiencia en los costos de la colocación del concreto, puesto que cada vez con mayor exigencia, los propietarios requieren a los constructores acortar los tiempos de la terminación de las obras. Junto con este requerimiento también se ha incrementado la demanda del concreto premezclado y la necesidad inevitable de cuantificar el desperdicio de este material, ya que su alto costo por metro cúbico lo amerita, por lo que surge como alternativa de solución el estudio de una mejora en la tecnología de su colocación y distribución.

2.2. IDENTIFICACION DE CAUSAS DE PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS

2.2.1. Críticas en el proceso de vaciado

- a. Desarmado de tuberías
- b. Armado de tuberías
- c. Traslado de manguera de distribución
- d. Limpieza de tuberías
- e. Reutilización del concreto contenido en las tuberías
- f. Espera mientras se cambia de mixer
- g. Hora del refrigerio se cruza con la hora de vaciado, por lo que la cuadrilla disminuye su personal en consecuencia el rendimiento del vaciado disminuye por una mala programación de obra o la mala coordinación con la empresa de premezclado.

2.2.2. Incidencia de causantes de desperdicio

De un estudio realizado en Hong Kong, se analizaron las causas por las cuales se desperdician algunos materiales de construcción, como el concreto premezclado, acero, cemento, ladrillos y cerámicas, en obras de edificación. De esta investigación se llegó a conocer los motivos por el cual se desperdicia más estos materiales. En la figura adjunta se muestran las causas de desperdicio del concreto premezclado. Donde el causante de mayor incidencia es el **pedido en exceso**, que representa el **51 %** de las causantes, por lo que se analizará esta actividad para reducir los las pérdidas y desperdicios del concreto.

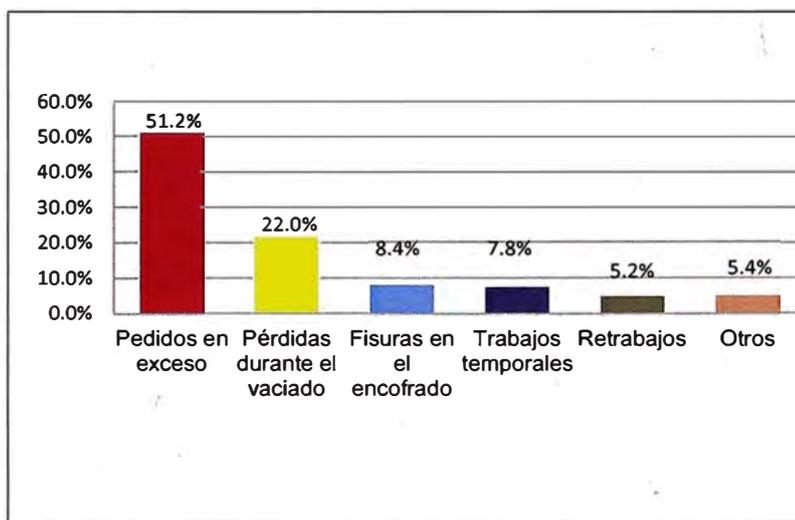


Figura 7: Histograma de causas de desperdicio del concreto premezclado

2.2.3. Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa)

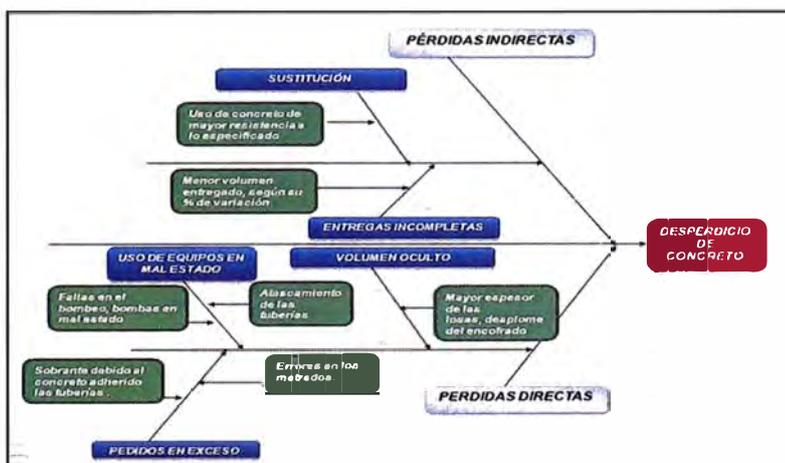


Figura 8: Diagrama de Ishikawa de las causas de desperdicio de concreto premezclado

2.2.4. Diagrama de Flujo



Figura 9: Diagrama de Flujo del proceso general del vaciado de concreto premezclado

2.2.5. Identificación de pérdidas y desperdicios en el proceso de vaciado

2.2.5.1. Vaciado de Losas

En el proceso de vaciado intervienen 6 obreros de la cuadrilla de concreto y 3 obreros del proveedor de concreto, estos últimos se encargan de la limpieza de las tuberías y maniobrabilidad de la manguera de vaciado.

El motivo más común de concreto sobrante es el concreto contenido en las tuberías. Por ejemplo, después del vaciado de losas de pisos en niveles muy altos, el concreto contenido en las tuberías llega a medir hasta 1 m³, que es recolectado directamente en el balde metálico, el cual dependiendo del horario y la planificación puede ser reutilizado en otro frente de trabajo, devuelto al mixer o puesto a secar para botarlo como desmonte.



Figura 10: Vaciado de concreto premezclado en elementos horizontales

2.2.5.2 Vaciado de Columnas y Placas

Los causantes de pérdidas son:

- Mano de obra excesiva de la cuadrilla, debido a que no hay acabados (planchado y reglado)
- Limpieza de tuberías
- Reutilización del concreto

- Desarmado y armado de tuberías
- Traslado de Manguera
- Desplome de los encofrados

Por cada tramo de tubería que se limpia se recolecta 1 ½ baldes de 12 litros equivalente a 0.018m³ de concreto, que es reutilizado en las columnas o placas.



Figura 11: Vaciado de concreto premezclado en elementos verticales

2.3. NECESIDAD DE UN SISTEMA DE VACIADO

Las actividades que demandan demora en el vaciado de concreto son el armado y desarmado de las tuberías por donde se bombea el concreto. Ante esto surge como solución tecnológica, el uso de la “PLUMA AUTOTREPANTE DISTRIBUDORA DE CONCRETO”.

Esta maquinaria funciona apoyada en una torre y distribuye el concreto con una pluma que puede girar 360°, con un alcance horizontal que dependerá de las áreas que se quiera cubrir en el vaciado.



Figura 12: Pluma distribuidora de concreto premezclado

Beneficios del sistema de vaciado:

- Apropriada para edificios de grandes alturas y grandes áreas
- Gira 360 grados y las plumas tienen longitudes variables
- Esta pluma sube con gatas hidráulicas por lo que no se requiere armar ni desarmar nada, con lo cual se logra un ahorro importante en el tiempo de vaciado, aumentando notablemente el avance diario de vaciado. Se aprovecha el ducto del ascensor para armar la pluma
- Los tiempos de vaciados diarios se reducirían al usar este equipo

CAPITULO III: PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE MEJORA EN EL VACIADO DE CONCRETO EN LA ETAPA DE ESTRUCTURAS

3.1. LAYOUT DE OBRA

- Se puede apreciar el layout de obras para distintos niveles del Proyecto Edificio corporativo GyM

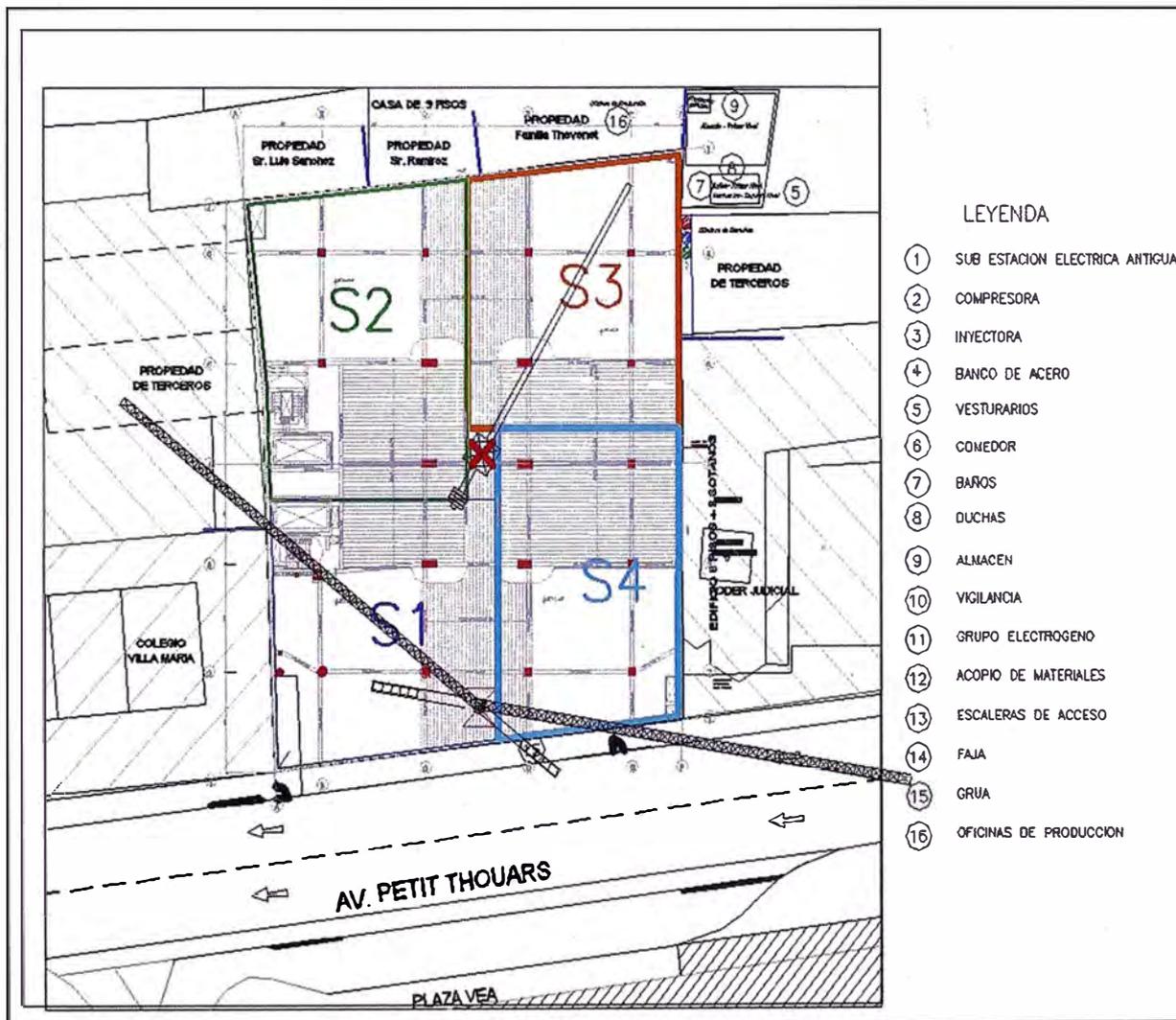


Figura 13: Layout de Obra - Sótanos

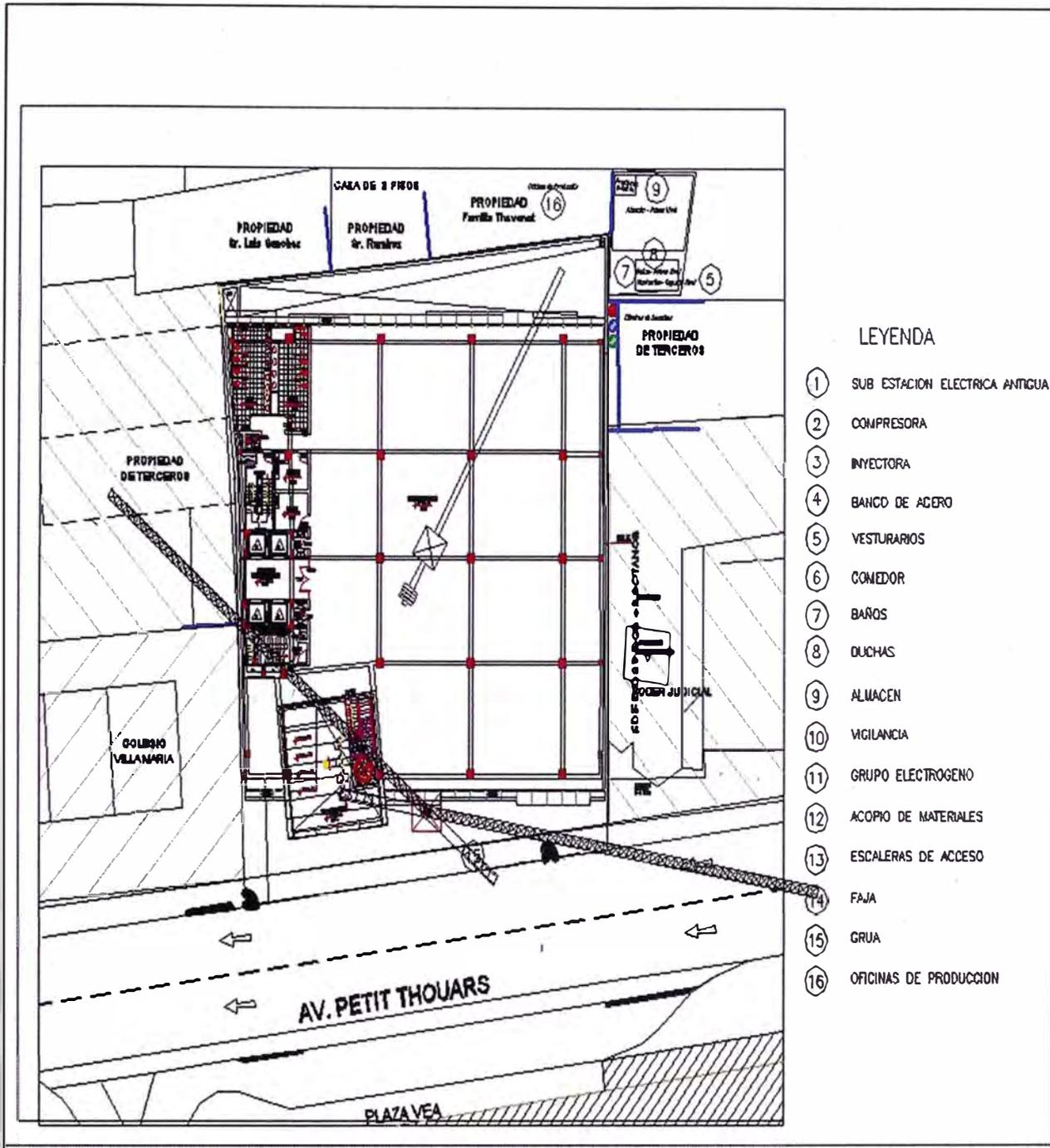


Figura 14: Layout de Obra – Pisos superiores

3.2. COSTOS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

- Se tienen los siguientes tipos de concreto las cuales han sido vaciadas mediante la pluma autotrepante

#	Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
0	01	Sub-Estación				
0	01.01	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Placas	m3	16.06	310.12	4,980.53
0	01.02	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Losa Maciza	m3	45.88	322.06	14,776.11
0	01.03	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Vigas	m3	13.90	322.06	4,476.63
0	01.04	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Muros	m3	11.24	310.12	3,485.75
		Subtotal 1	m3	87.08		27,719.02
0	02	Sótanos				
0	02.01	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Cimiento corrido	m3	24.02	291.17	6,993.90
0	02.02	Concreto fc = 280 kg/cm ² - zapata	m3	413.84	291.17	120,497.79
0	02.03	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Losa sobre terreno	m3	137.40	291.17	40,006.76
0	02.04	Concreto fc = 280 kg/cm ² - muros cisterna	m3	88.72	323.26	28,679.63
0	02.05	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Muros	m3	59.61	297.26	17,719.67
0	02.06	Concreto fc = 280 kg/cm ² - placas	m3	42.58	297.26	12,657.33
0	02.07	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Vigas	m3	115.02	322.06	37,043.34
0	02.08	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Losa Maciza	m3	178.47	322.06	57,478.05
0	02.09	Concreto fc = 350 kg/cm ² - Losa postensada	m3	912.96	322.06	294,027.90
0	02.10	Concreto fc = 280 kg/cm ² - escaleras	m3	30.00	296.86	8,905.80
0	02.11	Concreto fc = 350 kg/cm ² - columnas	m3	208.38	331.00	68,973.78
		Subtotal 2	m3	2,211.00		692,983.95
0	03	Torre				
0	03.01	Concreto fc = 280 kg/cm ² - columnas	m3	261.14	297.26	77,626.48
0	03.02	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Vigas	m3	737.33	322.06	237,464.50
0	03.03	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Losa Maciza	m3	1,256.60	322.06	404,700.60
0	03.04	Concreto fc = 280 kg/cm ² - escaleras	m3	19.45	296.86	5,773.93
0	03.05	Concreto fc = 350 kg/cm ² - columnas	m3	98.91	331.00	32,739.21
		Subtotal 3	m3	2,373.43		758,304.71
0	04	Aislamiento Sísmico				
0	04.01	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Vigas	m3	114.28	322.06	36,805.02
0	04.02	Concreto fc = 350 kg/cm ² - capitel	m3	43.35	331.00	14,348.85
		Subtotal 4	m3	157.63		51,153.87
		Total				S/. 1,530,161.55

Figura 15: Presupuesto de concreto premezclado con pluma autotrepante

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
0 01	Cimentaciones		m3	437.86	127,491.70
0 01.01	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - zapata - Sótano	m3	413.84	291.17	120,497.79
0 01.02	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Cimiento corrido - Sótano	m3	24.02	291.17	6,993.90
0 02	Elementos Verticales		m3	786.64	246,862.37
0 02.01	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Muros - Sub estación	m3	11.24	310.12	3,485.75
0 02.02	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Placas - Sub estación	m3	16.06	310.12	4,980.53
0 02.03	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - muros cisterna - Sótano	m3	88.72	323.26	28,679.63
0 02.04	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Muros - Sótano	m3	59.61	297.26	17,719.67
0 02.05	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - placas - Sótano	m3	42.58	297.26	12,657.33
0 02.06	Concreto f'c = 350 kg/cm2 - columnas - Sótano	m3	208.38	331.00	68,973.78
0 02.07	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - columnas - Torre	m3	261.14	297.26	77,626.48
0 02.08	Concreto f'c = 350 kg/cm2 - columnas - Torre	m3	98.91	331.00	32,739.21
0 03	Elementos Horizontales		m3	3,604.64	1,155,807.48
0 03.01	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Losa Maciza - Sub estación	m3	45.88	322.06	14,776.11
0 03.02	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Vigas - Sub estación	m3	13.90	322.06	4,476.63
0 03.03	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - escaleras - Sótano	m3	30.00	296.86	8,905.80
0 03.04	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Losa sobre terreno - Sótano	m3	137.40	291.17	40,006.76
0 03.05	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Losa Maciza - Sótano	m3	178.47	322.06	57,478.05
0 03.06	Concreto f'c = 350 kg/cm2 - Losa postensada - Sótano	m3	912.96	322.06	294,027.90
0 03.07	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Vigas - Sótano	m3	115.02	322.06	37,043.34
0 03.08	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Vigas - Torre	m3	737.33	322.06	237,464.50
0 03.09	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Losa Maciza - Torre	m3	1,256.60	322.06	404,700.60
0 03.10	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - escaleras - Torre	m3	19.45	296.86	5,773.93
0 03.11	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Vigas - Zona de aislamiento sísmico	m3	114.28	322.06	36,805.02
0 03.12	Concreto f'c = 350 kg/cm2 - capitel - Zona de aislamiento sísmico	m3	43.35	331.00	14,348.85
Total				S/.	1,530,161.55

Figura 16: Resumen por elemento estructural de concreto premezclado vaciado con pluma autotrepante

Item	Descripción	Und.	Metrado
0 01	Concreto premezclado f'c = 280kg/cm2	m3	3,565.54
0 01.01	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - zapata - Sótano	m3	413.84
0 01.02	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Cimiento corrido - Sótano	m3	24.02
0 01.03	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Muros - Sub estación	m3	11.24
0 01.04	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Placas - Sub estación	m3	16.06
0 01.05	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - muros cisterna - Sótano	m3	88.72
0 01.06	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Muros - Sótano	m3	59.61
0 01.07	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - placas - Sótano	m3	42.58
0 01.08	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - columnas - Torre	m3	261.14
0 01.09	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Losa Maciza - Sub estación	m3	45.88
0 01.10	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Vigas - Sub estación	m3	13.90
0 01.11	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - escaleras - Sótano	m3	30.00
0 01.12	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Losa sobre terreno - Sótano	m3	137.40
0 01.13	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Losa Maciza - Sótano	m3	178.47
0 01.14	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Vigas - Sótano	m3	115.02
0 01.15	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Vigas - Torre	m3	737.33
0 01.16	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Losa Maciza - Torre	m3	1,256.60
0 01.17	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - escaleras - Torre	m3	19.45
0 01.18	Concreto f'c = 280 kg/cm2 - Vigas - Zona de aislamiento sísmico	m3	114.28
0 02	Concreto premezclado f'c = 350kg/cm2	m3	1,263.60
0 02.01	Concreto f'c = 350 kg/cm2 - columnas - Sótano	m3	208.38
0 02.02	Concreto f'c = 350 kg/cm2 - columnas - Torre	m3	98.91
0 02.03	Concreto f'c = 350 kg/cm2 - Losa postensada - Sótano	m3	912.96
0 02.04	Concreto f'c = 350 kg/cm2 - capitel - Zona de aislamiento sísmico	m3	43.35
Total		m3	4,829.14

Figura 17: Resumen por resistencia de concreto premezclado

3.4. PROCESO CONSTRUCTIVO APLICABLE AL PROYECTO

A continuación se detalla el proceso constructivo de vaciado de losas de concreto

3.4.1. OBJETO

El presente procedimiento tiene por objeto establecer las actividades que se realizarán antes, durante y después del vaciado de losas de concreto

3.4.2. RESPONSABILIDADES

Gerente de Proyecto

- Coordina con el área de Producción el cumplimiento del cronograma (planeamiento y recursos) de acuerdo al procedimiento aquí descrito.

Área de Producción

- Define y distribuye los recursos necesarios para cumplir con la programación.
- Revisa los aspectos técnicos incluidos en los planos y Especificaciones del proyecto.
- Coordina las actividades diarias de producción en función al planeamiento, aspectos técnicos y recursos.
- Realiza la inspección previa al vaciado y registra la conformidad en los formatos de calidad firmando en el casillero correspondiente.
- Verifica la conformidad los materiales a utilizar en su frente.
- Lleva a cabo el presente procedimiento.

Área de Calidad de Obra

- Realiza la inspección previa al vaciado y registra la conformidad en los formatos de calidad firmando en el casillero de correspondiente.
- Para la cantidad de probetas ensayadas por vaciado se considera lo siguiente:
Para 50m³ (1 muestra de 6 probetas ensayadas de 2 unidades a 7 días, 2 unidades a 14 días y 2 unidades a 28 días)
Hasta 100m³ (2 muestras = 12 probetas ensayadas 4 unidades a 7 días, 4 unidades a 14 días y 4 unidades a 28 días).

REGISTRO								
CONTROL DE CALIDAD								
CONTROL DE ROTURA Y ENVÍO DE PROBETAS DE CONCRETO								
CODIGO Y NOMBRE DEL PROYECTO: 1775 Edificio de Oficinas GyM					LUGAR DEL ENSAYO: GEOS			
CLIENTE: Viva GvM					UBICACION: Av Petit Thouars Miraflores			
Datos Generales								
Estructura	Elemento	Ubicación	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Moldeo	Edad	Fecha de Rotura	f'c a "X" días (kg/cm ²)	Resistencia al f'c (%)
Viga de ascensor 4-5/A-B, Columnas Ascensor 3-4/A-B, Banda de vaciado S3	Viga ASCENSOR 4-5/A-B, Columnas Ascensor 3-4/A-B, Banda de vaciado S3	Sotanos	350	04/05/2013	7	11/05/2013	291	83
Columnas de ascensor C-5, C-4 Eje 3-4/A-B	C-5, C-4, Eje 3-4/A-B	Sotanos	350	06/05/2013	7	13/05/2013	270	77
Columnas de ascensor C-5, C-4 Eje 3-4/A-B	C-5, C-4, Eje 3-4/A-B	Sotanos	350	06/05/2013	7	13/05/2013	277	79
Vigas de aislamiento, Muro contra terreno F-F	Viga Aislamiento, Muro contra terreno F-F	Sotanos	280	07/05/2013	7	14/05/2013	215	77
Vigas de aislamiento, Muro contra terreno F-F	Viga Aislamiento, Muro contra terreno F-F	Sotanos	280	07/05/2013	7	14/05/2013	221	79
Vigas aislamiento, Vigas del ascensor	Vigas aislamiento, Vigas del ascensor	Sotanos	280	08/05/2013	7	15/05/2013	219	78
Vigas aislamiento, Vigas del ascensor	Vigas aislamiento, Vigas del ascensor	Sotanos	280	08/05/2013	7	15/05/2013	222	79
Vigas aislamiento	Vigas aislamiento	Sotanos	280	09/05/2013	7	16/05/2013	284	101
Vigas aislamiento	Vigas aislamiento	Sotanos	280	09/05/2013	7	16/05/2013	280	100
Columna Ascensor C5-C6 Eje 4 5/A-B	Columna Ascensor C5-C6 Eje 4-5/A-B	Sotanos	350	09/05/2013	7	16/05/2013	284	81
Columna Ascensor C5-C6 Eje 4 5/A-B	Columna Ascensor C5-C6 Eje 4-5/A-B	Sotanos	350	09/05/2013	7	16/05/2013	280	80
Losa rampa Nivel 0, Vigas VAIS 12, 13, 05, INV 12	Losa rampa Nivel 0, Vigas VAIS 12, 13, 05, INV 12	Sotanos	280	10/05/2013	7	17/05/2013	245	88
Losa rampa Nivel 0, Vigas VAIS 12, 13, 05, INV 12	Losa rampa Nivel 0, Vigas VAIS 12, 13, 05, INV 12	Sotanos	280	10/05/2013	7	17/05/2013	240	86
Columna Ascensor Eje 3-4/A-B, Sotano 1	Columna Ascensor Eje 3-4/A-B, Sotano 1	Sotanos	350	10/05/2013	7	17/05/2013	270	77

Figura 20: Cuadro de control de roturas y envío de probetas de concreto

- Registra y analiza los resultados de los ensayos, pruebas y controles de calidad realizados en los diferentes frentes de la obra.
- Verifica el cumplimiento del presente procedimiento (Para el control de las probetas se ha subcontratado a la empresa GEOS quienes envían a un personal que se llevan las muestras, las curan y envían los certificados de los ensayos).

Área de Oficina Técnica

- Suministra la información técnica necesaria y oportuna para la ejecución de los trabajos de vaciado de concreto (planos, ET, respuesta a consultas, etc.)
- Realiza la programación de los trabajos en función de los recursos y costos.
- Lleva un registro estadístico de los volúmenes de vaciado de concreto.
- Lleva un control de las subcontratas relativas a este procedimiento.

Área de PdR

- Divulga la política de seguridad y verifica que el trabajo se realice de acuerdo a los estándares de seguridad aplicables.
- Elabora el ATS correspondiente.

3.4.3. PROCEDIMIENTO

El área de construcción verifica los datos técnicos señalados en los planos de arquitectura, planos de estructuras, cuadro de acabados, especificaciones técnicas de arquitectura, catálogo de materiales del proveedor y normas técnicas peruanas; a fin de definir correctamente el nivel a vaciar, acabado de la superficie y requisitos de planeidad de la losa a vaciar.

- El área de construcción verifica el cumplimiento de los requisitos de las actividades relacionadas al vaciado de losas de concreto sin contrapiso teniendo en consideración el procedimiento de vaciado.
- El Responsable de calidad procede a la verificación de acuerdo a las especificaciones técnicas, planos aprobados del proyecto y a las normas técnicas aplicables.

Procedimiento Operativo

- Revisar el cuadro de acabados de ambientes y las especificaciones técnicas de cada tipo de piso, para determinar los tipos de acabado de vaciado de losas de concreto sin contrapiso.
- Para determinar los diferentes niveles de losa sin contrapiso, se deben revisar las especificaciones técnicas de Arquitectura (material de piso definido, espesor del mismo, tipo de asentado, etc.).
- Antes de vaciar el concreto del falso piso, es necesario instalar la red de tuberías de agua y desagüe; para lo cual, debemos seguir las indicaciones del plano de instalaciones sanitarias. (Ver figura 4.4.10)
- Limpiar el fondo (sea terreno o encofrado) para eliminar cualquier elemento extraño que pueda contaminar la mezcla.

- Colocar los puntos de nivel usando una mezcla de proporciones similares a la que será usada en la losa de concreto. Se debe utilizar preferentemente trozos de mayólica para la fijación del nivel de la losa de concreto, por ser una superficie lisa y regular.
- Cuando se trate de losa contra terreno (Compactar el terreno natural según la densidad de suelo y los niveles requeridos por las especificaciones del proyecto. Ver figura).

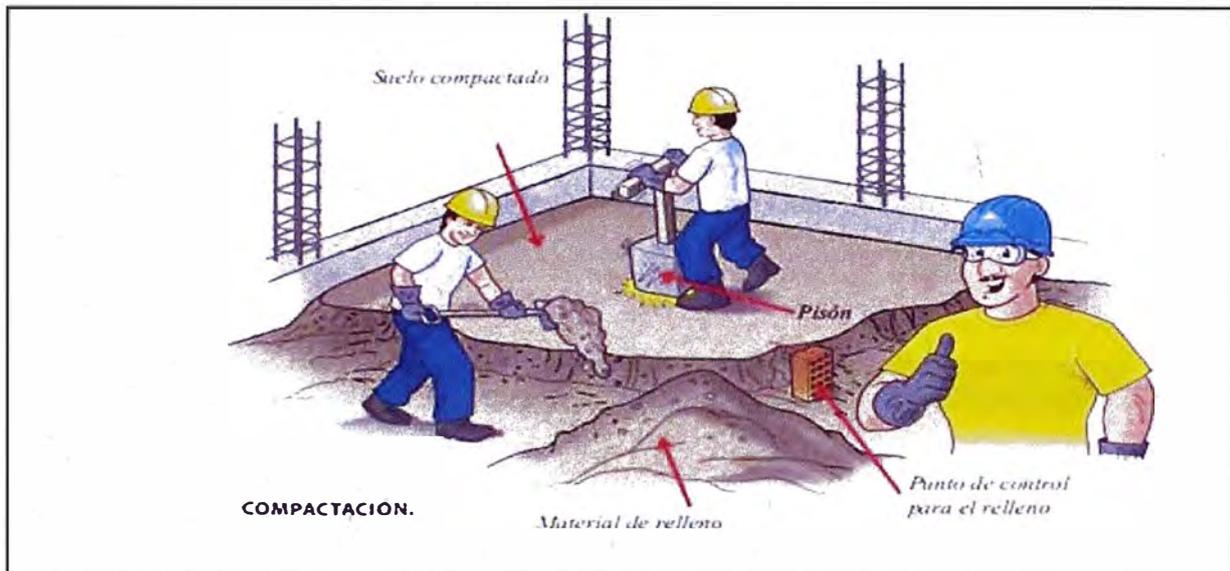


Figura 21: Proceso de compactación

- Humedecer la zona a vaciar después de la limpieza y de la colocación de puntos (un día antes del vaciado).
- Formar las cintas que servirán de base para que el paño se aproxime al nivel requerido.
- Realizar el vaciado, iniciando preferentemente en la zona más alejada al lugar de acceso, debiendo evitarse el tránsito por zonas recién vaciadas, así mismo tener en cuenta los niveles del piso terminado. (Realizar el regleado preliminar usando regla de aluminio para esparcir y compactar la mezcla Ver figura).

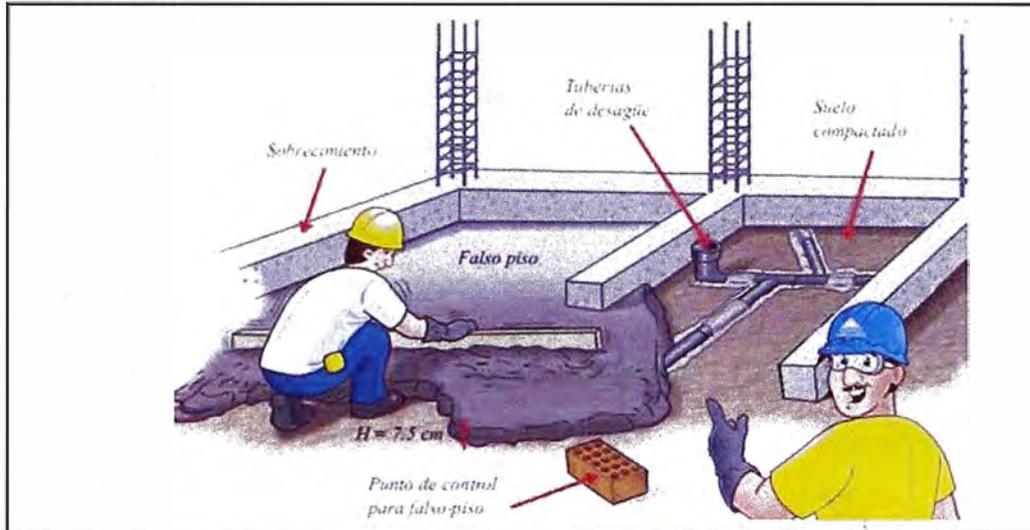


Figura 22: Proceso de regleado

3.4.4. FLUJO DEL PROCESO

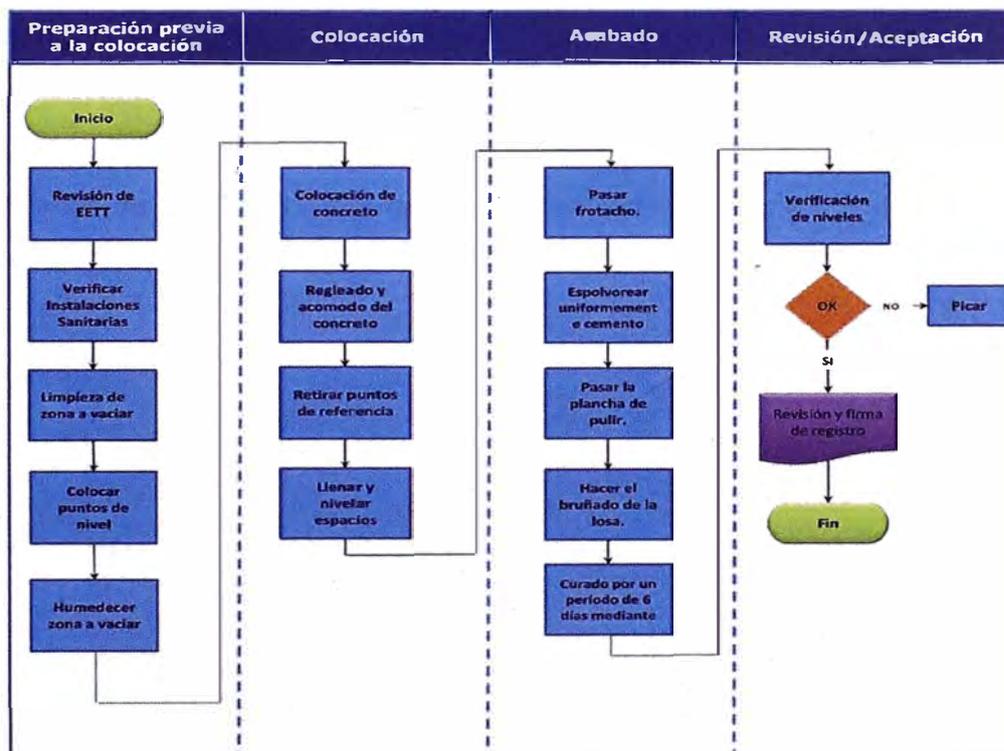


Figura 23: Flujo proceso de vaciado de concreto premezclado (losas)

CAPITULO IV: USO DE LA PLUMA AUTOTREPANTE Y SU CORRECTA GESTIÓN EN UNA OBRA DE EDIFICACIÓN

4.1. DEFINICIÓN DE LA PLUMA AUTOTREPANTE

El tiempo es un factor cada vez más importante para la distribución de concreto en proyectos, cuando los alcances longitudinales y las posibilidades de las autobombas de concreto se quedan corto, lo ideal para una distribución eficiente del concreto es el brazo hormigonador (pluma autotrepante), pueden realizarse soluciones de alto rendimiento, adecuadas a la práctica, que reducen el tiempo de obra en la distribución de concreto y aumentan el rendimiento de aportación.

Según la situación de la obra, las plumas pueden montarse sobre columnas tubulares rectangulares o torres de celosía

4.1.1. Sistema Modular sin contrapeso

Representa el segmento de aplicación más versátil del programa de plumas con 16m a 50m de alcance longitudinal, con o sin contrapesos (hasta 34m), según los requerimientos de la obra, para encofrados trepadores y obras autoestables o también autotrepadoras como por ejemplo, en huecos de ascensor.

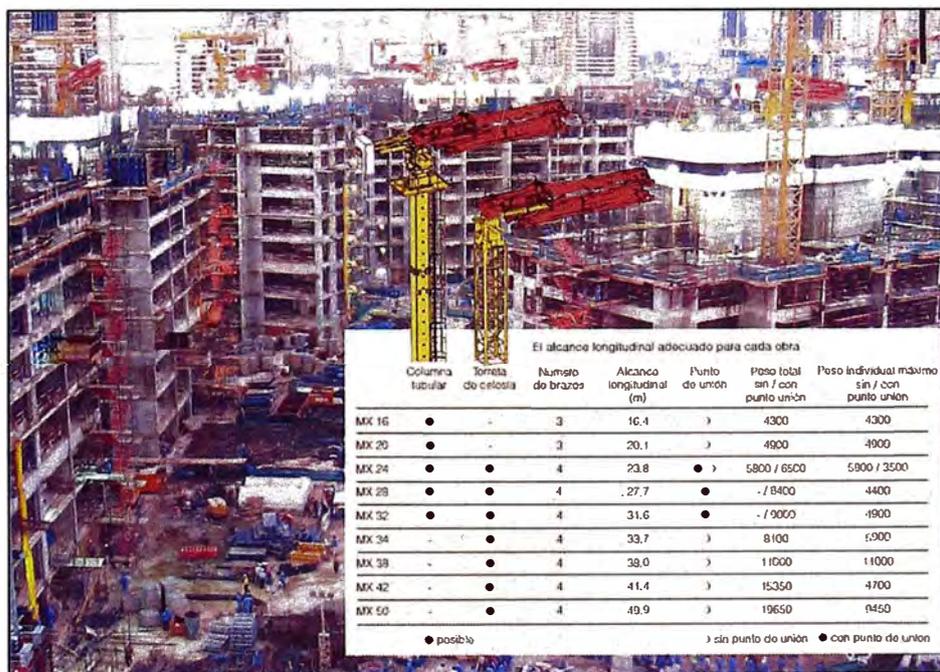


Figura 24: Sistema Modular sin contrapeso

4.1.2. Sistema Modular con contrapeso

Las plumas distribuidoras con contrapeso son la solución perfecta para encofrados trepadores. Al estar bien contrapesada, minimizan los pares de carga que actúan sobre el encofrado. La pluma con contrapeso ha demostrado su eficacia también en alturas autoestables grandes (disponibles para alcances longitudinales a partir de 24m).

Algunas ventajas:

- Un control hidráulico sensible minimiza las vibraciones de la manguera final
- pesos individuales y de transferencia pequeña
- medidas estudiadas para el transporte en contenedores de 40 pies

Accesorios adecuados:

- Cruces de pie para un anclaje seguro
- columnas tubulares abridadas de 4m. 6m o 10m de longitud
- elementos de escalera con protección dorsal para un acceso seguro a la plataforma de trabajo

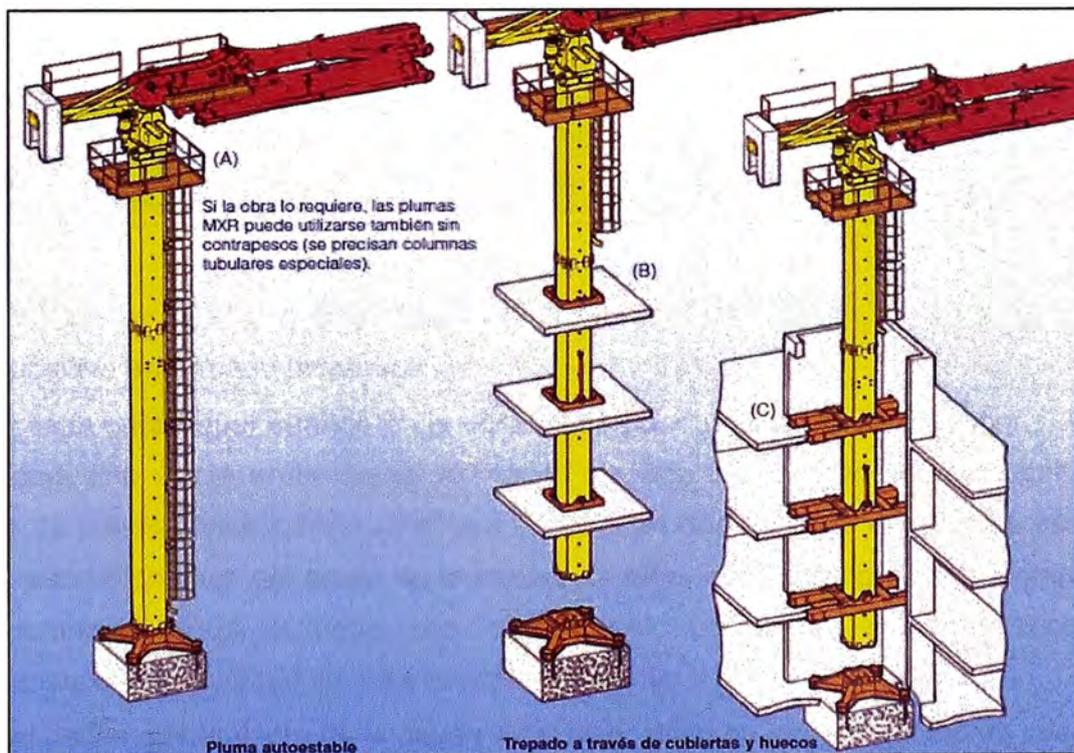


Figura 25: Sistema Modular sin contrapeso

(A): La plataforma de trabajo ensamblable rodea la parte superior de la plataforma de la columna tubular. Hace las veces de plataforma para acoplar la pluma, de vía de acceso a la instalación y de punto de observación de las zonas para vaciar concreto premezclado.

(B): Los tres marcos de cubierta necesarios cambian de posición alternativamente durante el trepado a través de pequeñas aberturas en la cubierta. Sirven para fijar la columna tubular y soportar las cargas verticales.

(C) Los tres marcos de caja para trepar dentro de cajas se manejan alternativamente igual que los marcos de cubierta. Las dimensiones del marco se adaptan a las medidas de la caja.

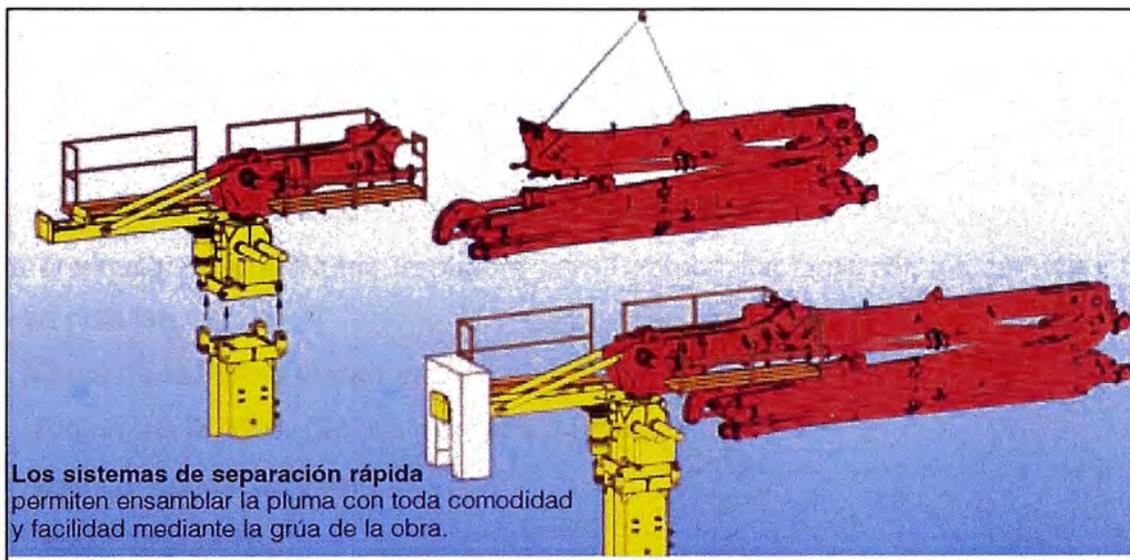


Figura 26: Sistema de separación rápida

El dispositivo de trepado hidráulico:

se necesita para trepar cuando en la obra no se puede utilizar o no se dispone de una grúa para tirar hacia arriba de la pluma. El trepado es un procedimiento sencillo y rápido de pasos consecutivos en el que intervienen dos cilindros elevadores asistidos por la parte hidráulica del grupo de la pluma. La tubería de hormigón está montada en la columna y trepa solidaria con el conjunto. Los tubos suplementarios con compensación de longitud se insertan cómodamente.

Control del funcionamiento de la pluma y del dispositivo de trepado mediante telemando por cable (opción: telemando inalámbrico).

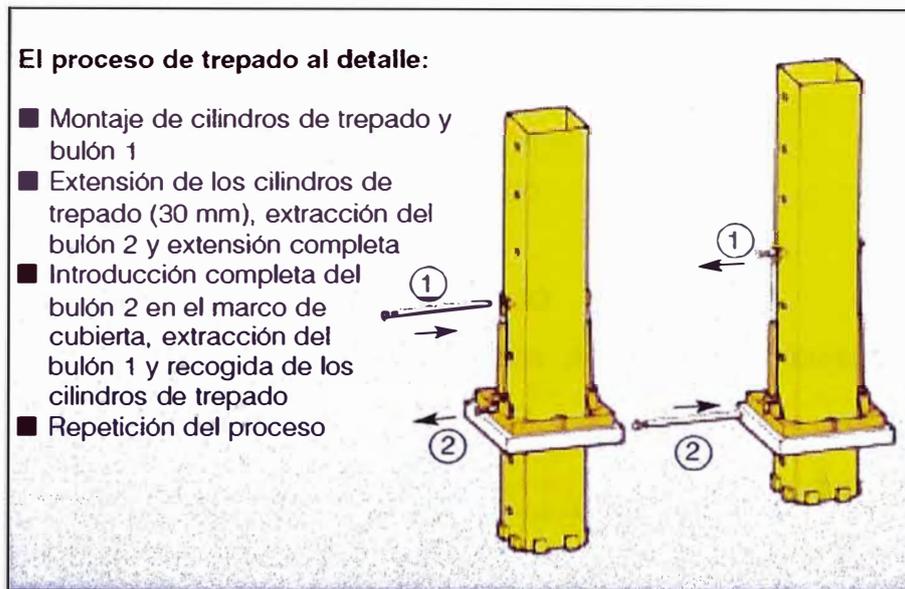


Figura 27: Proceso de trepado

4.2. ANÁLISIS DE PRECIOS POR ACTIVIDADES

Para el alquiler de una Pluma trepadora para una obra en Lima con las características que se detallan.

- Marca de la Pluma trepadora:
- Modelo: KVM 32XL (24" de diámetro de mástil)
- Alcance vertical de 28m
- Peso Total: 12Tn

Precio de alquiler mensual:

El precio mensual se descompone en lo siguiente:

- | | |
|--|---------------|
| - Traslado de pluma e instalación, equipos, personal... | S/. 11,560.00 |
| - Levantar la pluma, aun nivel superior (estimado 10 veces)... | S/. 7,000.00 |
| - Desmontaje y Desmovilización... | S/. 7,900.00 |
| - Alquiler de la pluma fijo mensual... | S/. 12,100.00 |
| - Alquiler de la pluma, variable por m3 bombeado mensual... | S/. 5.80 |

Precios no incluyen I.G.V.

Consideraciones Generales:

- Se requiere en obra una grúa de capacidad no menor a 6.3 tn.
- Proporcionar sin costo, energía en 440v, trifásico y 35 A.
- El peso total de la pluma en operación es de 12 tn.
- Jornada de 10 horas diarias, de lunes a sábado

4.3. ANÁLISIS DE CANTIDAD DE TRABAJO

A continuación se detalla los metros cúbicos de concreto premezclado vaciado mediante la pluma trepadora:

Item	Descripción	Und.	Metrado
0 01	Sub-Estación		
0 01.01	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Placas	m ³	16.06
0 01.02	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Losa Maciza	m ³	45.88
0 01.03	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Vigas	m ³	13.90
0 01.04	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Muros	m ³	11.24
Total		m³	87.08

Figura 28: Metros cúbicos de concreto premezclado en Sub-estación

Item	Descripción	Und.	Metrado
0 02	Sótanos		
0 02.01	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Cimiento corrido	m ³	24.02
0 02.02	Concreto fc = 280 kg/cm ² - zapata	m ³	413.84
0 02.03	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Losa sobre terreno	m ³	137.40
0 02.04	Concreto fc = 280 kg/cm ² - muros cisterna	m ³	88.72
0 02.05	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Muros	m ³	59.61
0 02.06	Concreto fc = 280 kg/cm ² - placas	m ³	42.58
0 02.07	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Vigas	m ³	115.02
0 02.08	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Losa Maciza	m ³	178.47
0 02.09	Concreto fc = 350 kg/cm ² - Losa postensada	m ³	912.96
0 02.10	Concreto fc = 280 kg/cm ² - escaleras	m ³	30.00
0 02.11	Concreto fc = 350 kg/cm ² - columnas	m ³	208.38
Total		m³	2,211.00

Figura 29: Metros cúbicos de concreto premezclado en sótanos

Item	Descripción	Und.	Metrado
0 03	Torre		
0 03.01	Concreto fc = 280 kg/cm ² - columnas	m ³	261.14
0 03.02	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Vigas	m ³	737.33
0 03.03	Concreto fc = 280 kg/cm ² - Losa Maciza	m ³	1,256.60
0 03.04	Concreto fc = 280 kg/cm ² - escaleras	m ³	19.45
0 03.05	Concreto fc = 350 kg/cm ² - columnas	m ³	98.91
Total		m³	2,373.43

Figura 30: Metros cúbicos de concreto premezclado en Torre

Item	Descripción	Und.	Metrado
0 04	Aislamiento Sísmico		
0 04.01	Concreto f'c = 280 kg/cm ² - Vigas	m ³	114.28
0 04.02	Concreto f'c = 350 kg/cm ² - capitel	m ³	43.35
Total		m³	157.63

Figura 31: Metros cúbicos de concreto premezclado en zona de aislamiento sísmico

4.4. ANÁLISIS DE TIEMPO Y PLAZOS

A continuación se puede apreciar el cronograma de obra y el cronograma de equipos mayores:

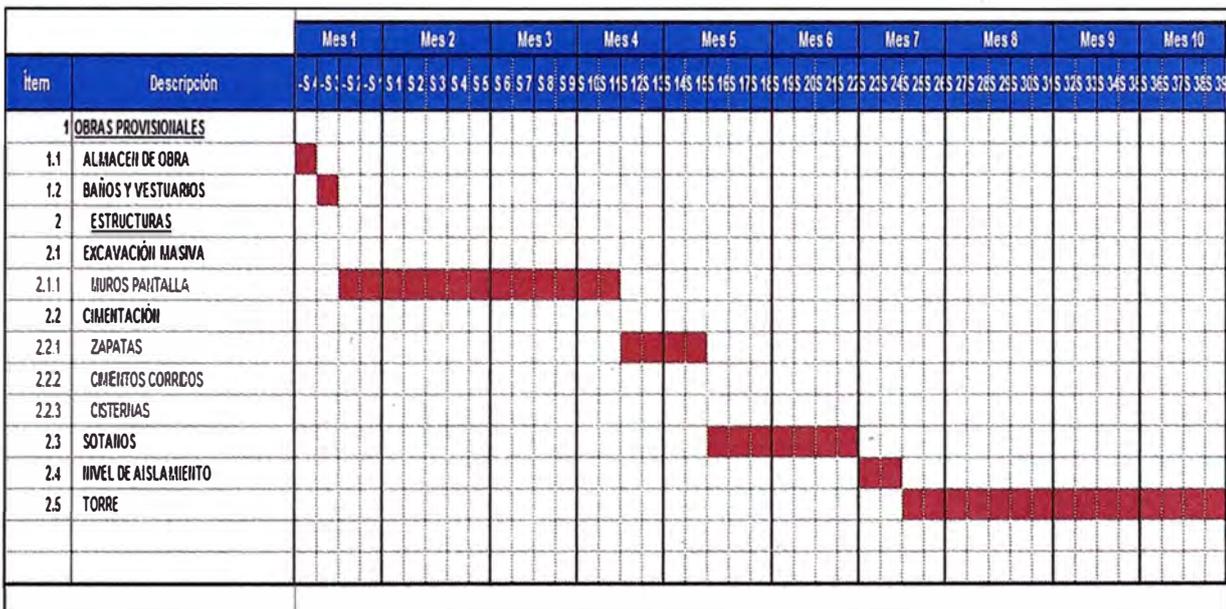


Figura 32: Cronograma general de obra (*)

(*) En la figura 18 se puede apreciar el cronograma general de la obra, donde no se incluye el plazo de acabados, cabe mencionar que la obra en total tiene un plazo de 14 meses en donde al 7mo mes se realiza el traslapa de la etapa de acabados con estructuras.

También se puede apreciar que al quinto mes es donde ya se inician los trabajos de cimentación en concreto armado.

ITEM	EQUIPOS MAYORES	MODELO	ETAPA	SEM	Meses																																			
					S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36
1.1	TELEHANDLER	ROTO 38.16	Excavación	17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1.2	FAJA TRANSPORTADORA		Excavación	14		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1.3	GRÚA TORRE	MC 115B	Sótano + Torre	35																	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
1.4	BRAZO HORMIGONADOR		Sótano + Torre	26																	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

Figura 33: Cronograma de equipos mayores (**)

(*) En la figura 19 se puede apreciar el cronograma general de la obra, donde no se incluye el plazo de acabados. Cabe mencionar que la obra en total tiene un plazo de 14 meses en donde al séptimo mes se realiza el traslape de la etapa de acabados con estructuras.

También se puede apreciar que al quinto mes es donde ya se inician los trabajos de cimentación en concreto armado.

4.5. COMPARATIVO DE COSTOS

4.5.1. Comparativo de Costos:

- Con la pluma autotrepante se consigue un desperdicio de concreto de aproximadamente 3% a diferencia de 5% con tuberías y bomba estacionaria
- Con la pluma autotrepante se consigue un IP de aproximadamente 0.8hh/m³ a diferencia de un IP de 1.00 con tubería y bomba estacionaria
- Con lo cual dependiendo del volumen de concreto premezclado a vaciar podemos conseguir un cuadro comparativo como el siguiente

Concreto premezclado vaciado con Pluma Autotrepante								Concreto premezclado vaciado con Bomba estacionaria (Tuberías para vaciado)							
Partida	01.01.03.02.01	Concreto f'c = 280 kg/cm2						Partida	01.01.03.02.01	Concreto f'c = 280 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	EQ.	Costo unitario directo por :			m3	291.86	Rendimiento	m3/DIA	EQ.	Costo unitario directo por :			m3	293.61
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Materiales								Materiales							
0225020001004	Concreto Premezclado f'c=280 Kg/cm2 T-I (p67, slump 4" m3			1.0300	232.00	238.96	0225020001004	Concreto Premezclado f'c=280 Kg/cm2 T-I (p67, slump 4"-6") m3			1.0500	232.00	243.60		
0225080002	Servicio de Bomba con brazo homigonador	m3		1.0300	37.80	38.93	0225080002	Servicio de Bomba	m3		1.0500	31.00	32.55		
						277.89							276.15		
Subpartidas								Subpartidas							
300103030116	Colocación Concreto Premezclado Con Bomba - element m3			1.0000	13.97	13.97	300103030116	Colocación Concreto Premezclado Con Bomba - elementos ve m3			1.0000	17.46	17.46		
						13.97							17.46		
Colocación Concreto								Colocación							
Partida		MO. 30.0000	EQ.	30.0000	Costo unitario	13.97	Partida		MO. 24.0000	EQ.	24.0000	Costo unitario di	17.46		
Rendimiento	m3/DIA						Rendimiento	m3/DIA							
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								Mano de Obra							
0102040001	Operano	hh	1.0000	0.2667	18.07	4.82	0102040001	Operano	hh	1.0000	0.3333	18.07	6.02		
0102050001	Peón	hh	2.0000	0.5333	14.21	7.58	0102050001	Peón	hh	2.0000	0.6667	14.21	9.47		
						12.40							15.50		
Equipos								Equipos							
0307070001000	Vibrador a	dia	2.0000	0.0667	18.00	1.20	0307070001000	Vibrador a	dia	2.0000	0.0833	18.00	1.50		
0316050010	Herramienta	%MO		3.0000	12.40	0.37	0316050010	Herramienta	%MO		3.0000	15.50	0.46		
						1.57							1.96		

<table border="1"> <tr> <td>Concreto premezclado vaciado con pluma autotrepante</td> <td>Und</td> <td>Metrado</td> <td>P.U.</td> <td>Parcial</td> </tr> <tr> <td></td> <td>m3</td> <td>4829.14</td> <td>291.86</td> <td>1.409.452.12</td> </tr> </table>	Concreto premezclado vaciado con pluma autotrepante	Und	Metrado	P.U.	Parcial		m3	4829.14	291.86	1.409.452.12	<table border="1"> <tr> <td>Concreto Premezclado con bomba (tuberías)</td> <td>Und</td> <td>Metrado</td> <td>P.U.</td> <td>Parcial</td> </tr> <tr> <td></td> <td>m3</td> <td>4829.14</td> <td>293.61</td> <td>1.417.891.36</td> </tr> </table>	Concreto Premezclado con bomba (tuberías)	Und	Metrado	P.U.	Parcial		m3	4829.14	293.61	1.417.891.36
Concreto premezclado vaciado con pluma autotrepante	Und	Metrado	P.U.	Parcial																	
	m3	4829.14	291.86	1.409.452.12																	
Concreto Premezclado con bomba (tuberías)	Und	Metrado	P.U.	Parcial																	
	m3	4829.14	293.61	1.417.891.36																	

Figura 34: Cuadro comparativo de vaciado de concreto premezclado

4.6. EXPERIENCIA GyM – PROYECTO EDIFICIO CORPORATIVO GyM

4.6.1. Planificación de obra

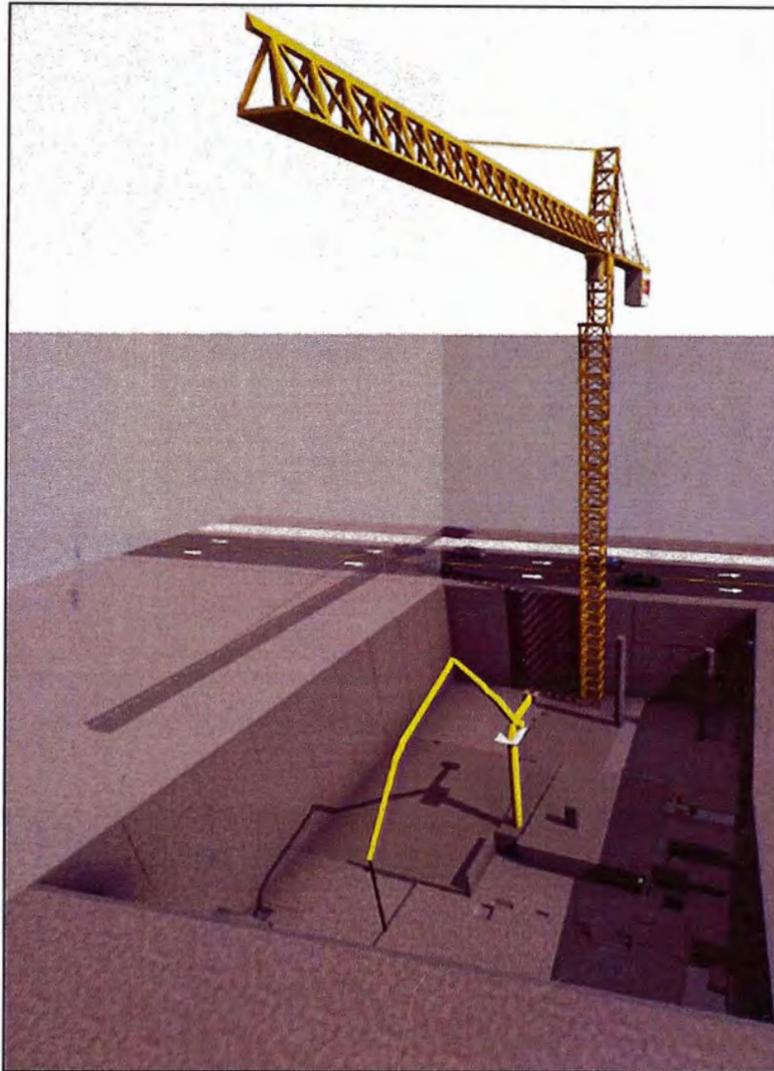


Figura 35: Modelamiento BIM de la Pluma Autotrepante en el sótano

Sectorización – Sótanos

- 4 Sectores.
- Losas Postensadas.
- Elementos Verticales – Mayoría Columnas.
- Vaciados de 100 m3 diarios
-
-
-
-



Figura 36: Sectorización de sótanos



Figura 37: Modelamiento BIM de Sectorización de sótanos



Figura 38: Vaciado de concreto en sótanos con pluma Autotrepante

Sectorización – Nivel de Aislamiento

- 5 Sectores
- Nivel de solo vigas
- Vaciados con espacios complicados

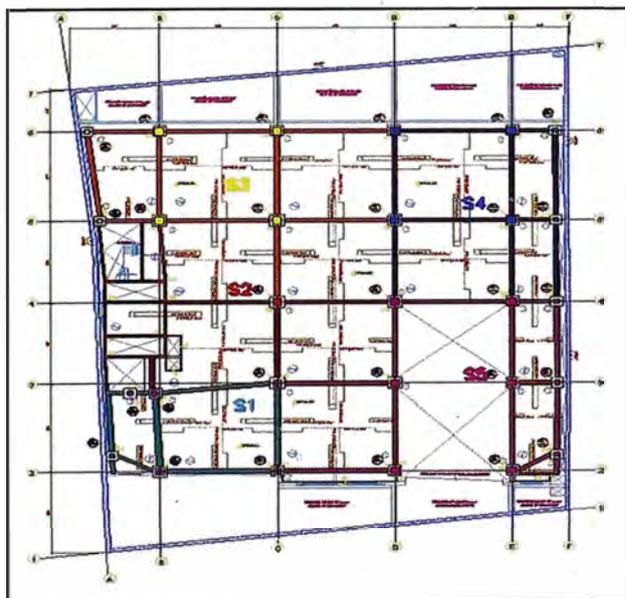


Figura 39: Nivel de Aislamiento

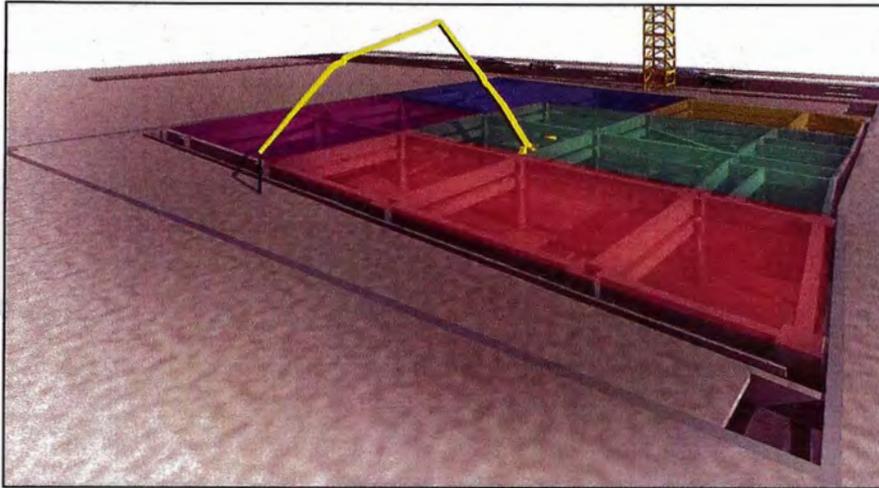


Figura 40: Modelamiento BIM del nivel de Aislamiento

Vaciados con poco metrado, pero con espacios de trabajo complicados.

A comparación con vaciado con tubería la actividad se vería perjudicada en tiempo y cantidad de volumen vaciado.

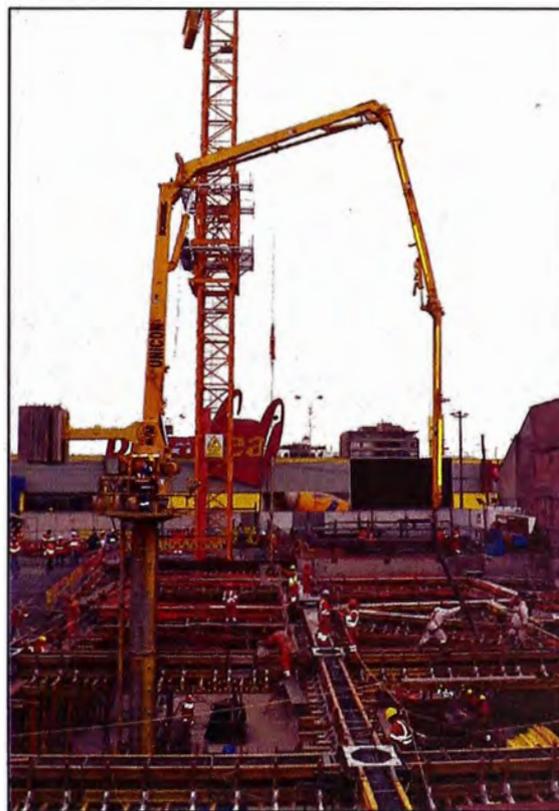


Figura 41: Vaciado en el nivel de aislamiento con Pluma Autotrepante

Sectorización – Torre

- 5 Sectores
- Vigas peraltadas + prelosas
- Elementos Verticales – Mayoría Columnas
- Vaciados de 80 m³ diarios

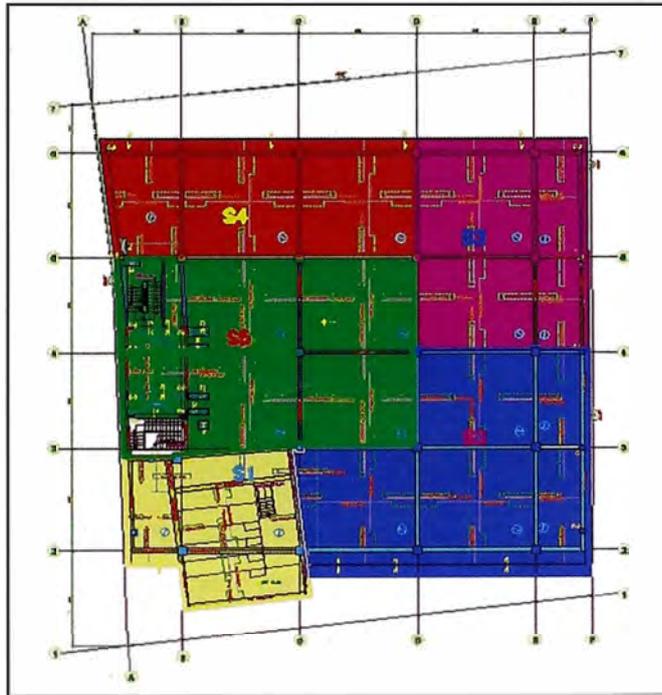


Figura 42: Sectorización de Torre

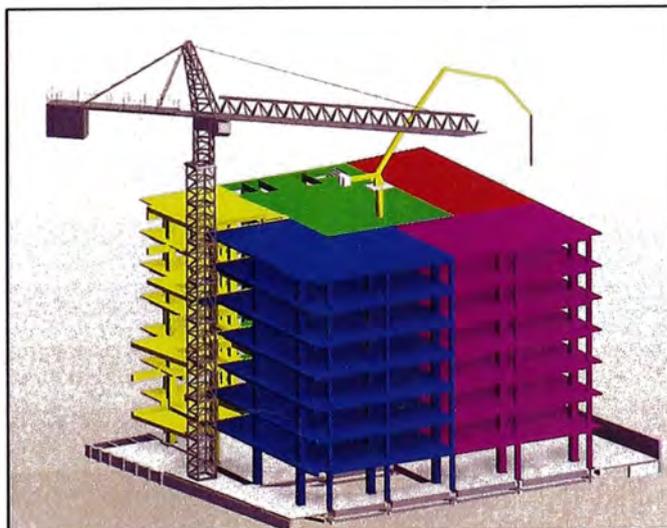


Figura 43: Modelamiento BIM de sectorización de pisos superiores - Torre



Figura 44: Vaciado de torre con pluma Autotrepante

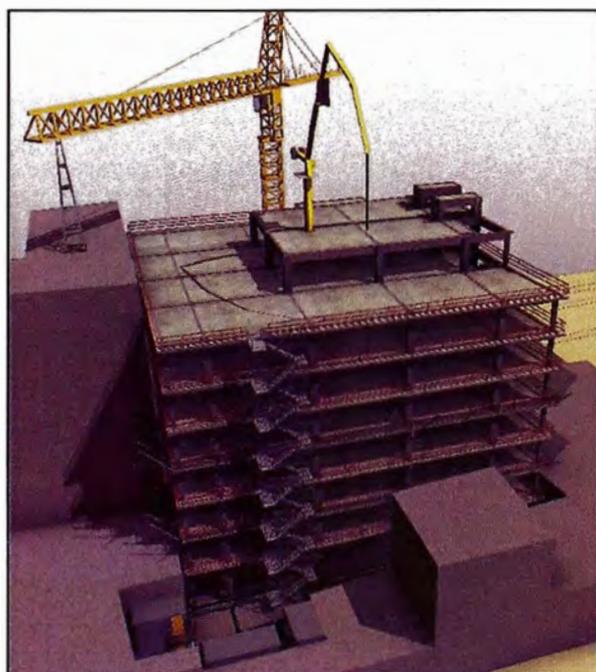


Figura 45: Modelamiento posterior del edificio

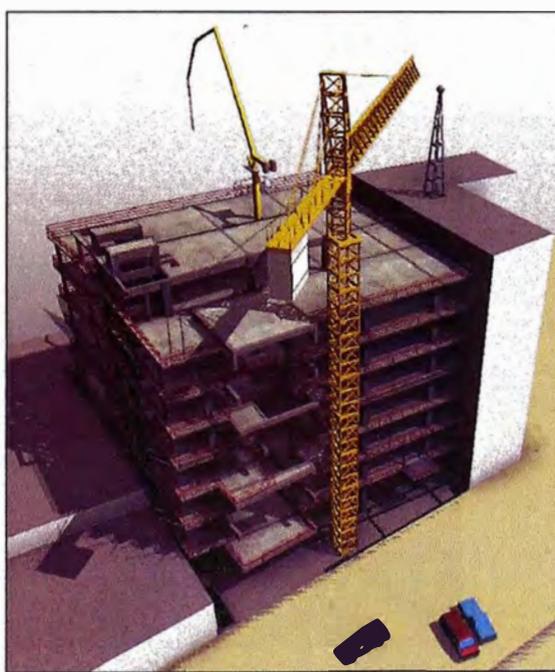


Figura 46: Modelamiento frontal del edificio

4.6.2. Maniobras de Montaje, desmontaje y trepado

PROCEDIMIENTO MONTAJE

- Instalación de Base en Zapata con nivelación topográfica



Figura 47: Colocación de soporte en forma de cruz



Figura 48: Montaje de torre vertical



Figura 49: Colocación de torre con plataforma y tornamesa



Figura 50: Colocación de 2 contrapesos – vista lateral



Figura 51: Traslado de Pluma con camión



Figura 52: Instalación e pluma de 3100kg con accesorios en peso aproximado de 400kg (considerando un peso por el concreto aproximadamente entre 500 a 900kg dependiendo de la longitud de la tubería)



Figura 53: Instalación de sistema hidráulico y conexiones eléctricas

- Para el trepado del brazo se debe tener en cuenta que deberá estar apoyado en tres puntos. Dos para darle la verticalidad y posición y uno para sostener la carga total aproximada del brazo: 14tn aprox.



Figura 54: Pruebas en vacío

- Colocación de últimos tres contrapesos
- Instalación de línea de tubería adosada a la torre mástil

- Posteriormente se llega a lo siguiente:



Figura 55: Tipo de refuerzo en zona de losa postensada



Figura 56: Llenado de concreto para ducto de pluma trepadora



Figura 57: Tipo de apuntalamiento para soportar y distribuir las cargas del brazo a lo largo de toda la edificación

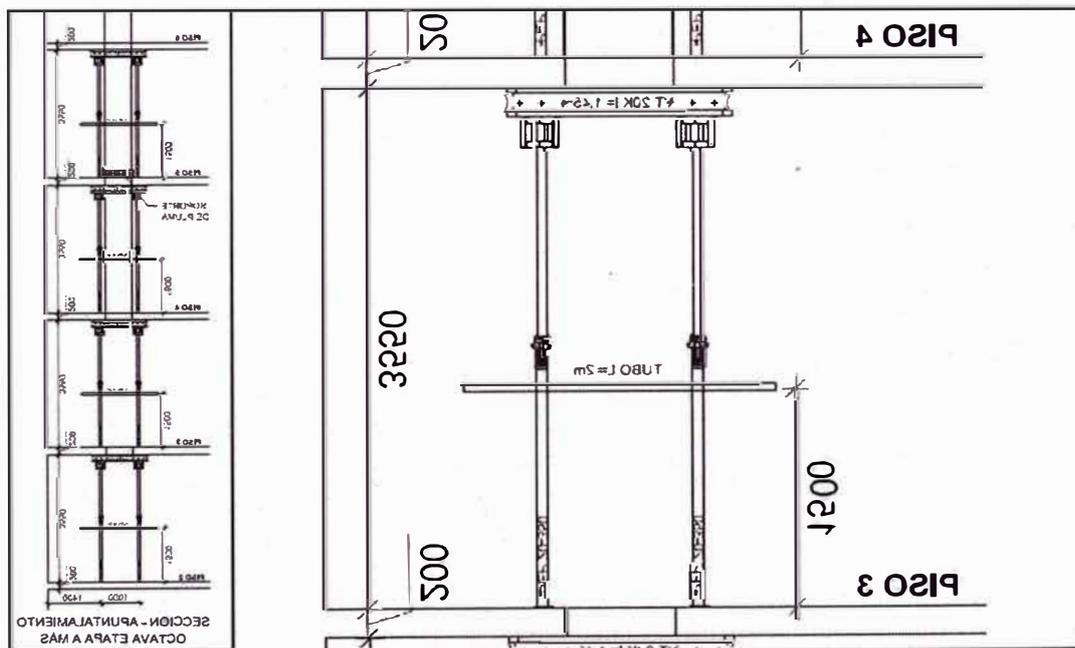


Figura 58: Sección de apuntalamiento aplicado en todos los niveles

4.7. FUNCIONAMIENTO DEL BRAZO CONCRETERO



Figura 59: Uso de operador de equipo



Figura 60: Vaciado de concreto premezclado en zonas complicadas

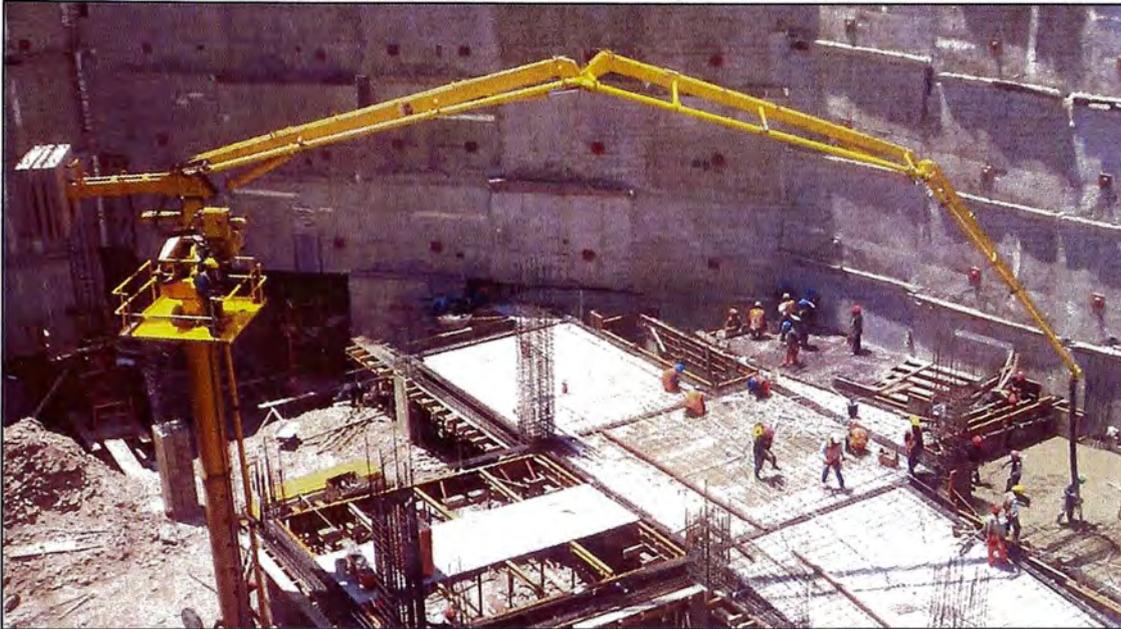


Figura 61: Giro de 360° del Brazo hormigonador en diferentes sectores



Figura 62: Vaciado de concreto premezclado con apoyo de personal de obra



Figura 63: Vaciado vertical con pluma trepadora

- Esta actividad puede ser muy tediosa con tendido de tubería. Con la ayuda del brazo hormigonador se pueden obtener vaciados en tiempos menores, pues sólo se necesita cambiar de posición la misma.

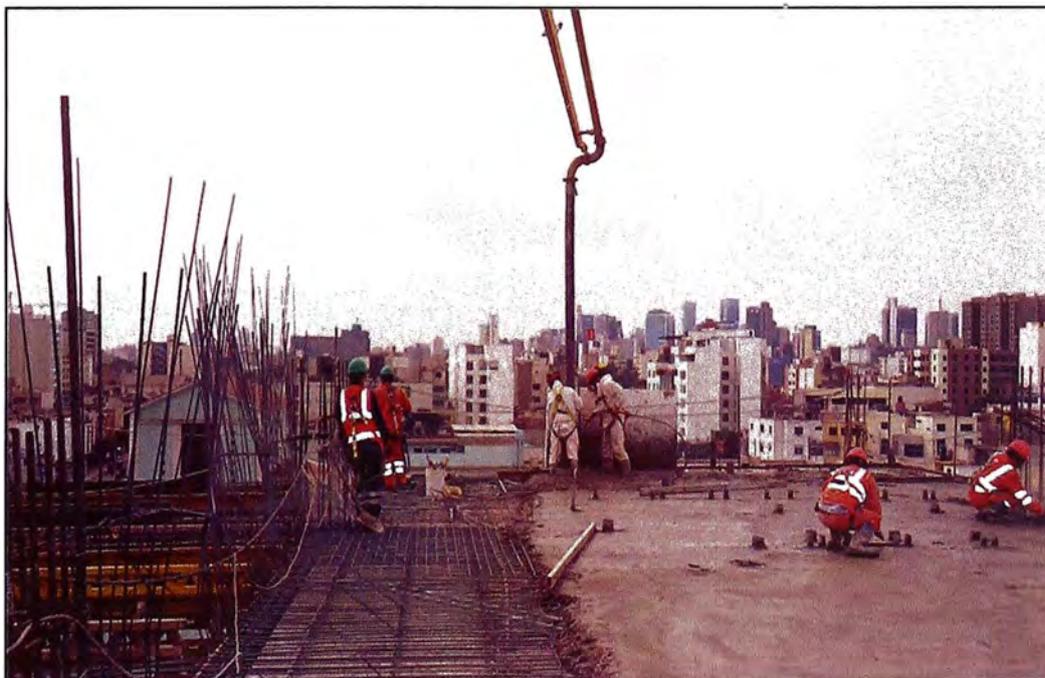


Figura 64: Vaciado de concreto premezclado en losas macizas



Figura 65: Vaciado de concreto premezclado en vigas



Figura 66: Vaciado de concreto premezclado en Muro Pantalla

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El uso del brazo hormigonador nos permite vaciar mayores volúmenes de concreto que lo tradicional (Disminución de la frecuencia de los mixers de 30 minutos a 15 minutos ya que no es necesario el armado y desarmado de las tuberías para el correcto vaciado de concreto).
- La productividad en el vaciado de concreto depende directamente de la frecuencia y puntualidad con que el proveedor hace entrega del concreto pedido.
- Los vaciados a grandes alturas ya no se deben hacer con las grúa torre ya que los tiempos de subida y bajada del balde son excesivos.
- Esta pluma sube con gatas hidráulicas por lo que no se requiere armar ni desarmar nada, con lo cual se logra un ahorro importante en el tiempo de vaciado, aumentando notablemente el avance diario de vaciado. Se aprovecha el ducto del ascensor para armar la pluma o deja una abertura sin vaciar utilizándolo como un ducto para la tubería vertical.
- Este sistema nos genera una gran versatilidad para los cambios de vaciados de elementos horizontales a verticales.
- Una de las causantes más incidentes de desperdicio de concreto es la variabilidad del concreto entregado en obra por el proveedor, con el uso de la pluma autotrepante el porcentaje de desperdicio disminuye de aproximadamente un 5% a 3%. Esto ocasiona que se tenga que hacer el pedido de concreto considerando un porcentaje más idóneo para asegurar el vaciado total de la estructura.
- No solo es una ventaja los constructores, sino también para los proveedores, ya que el uso del brazo te reduce la cantidad de personas que envían a la obra para la colocación del tendido de las tuberías disminuyendo de 4 personas a dos personas.
- La definición total del proyecto asegurará tener frentes donde colocar el concreto sobrante. Pues si no están definidos ciertos sectores del proyecto no

podremos planificar la reutilización del concreto sobrante. En conclusión es necesario tener todo el proyecto totalmente desarrollado.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para la ubicación del brazo hormigonador, hay que tener en cuenta los movimientos del contrapeso del equipo ($L=3.75\text{mts}$), ya que podría chocar con los pre armados de columnas de acero.
- Este tipo de equipos también pueden adaptarse a sistemas de encofrados trepantes, mejorando notablemente los rendimientos.
- Ya se cuentan con otros equipos de distribución de concreto más sofisticados, que pueden ser de gran valor dependiendo del tipo de proyecto que se tiene.
- Dentro del mercado peruano UNICON es la única empresa que cuenta con estos equipos para alquiler, los cuales no son los más modernos.
- No todo el concreto obtenido de la limpieza de las tuberías de los montantes, es reutilizado en otro frente de trabajo. Por ejemplo se podría utilizar para la fabricación de topellantas.
- La idea es adquirir como empresa uno de estos equipos, el cual nos generaría mayor competencia frente a otras empresas.
- El costo promedio de uno de estos equipos de primera traídos al Perú rodean los \$100000 a \$200000, mientras que un equipo de segunda nos estaría costando entre \$60000 a \$80000. Es decir, para poder recuperar el precio invertido en estos equipos se tendría que utilizar en cuatro proyectos similares al nuestro (Volumen Total de Concreto = 6500m^3), o un edificio con un volumen total de concreto de 26000m^3 (como el caso de la Torre Begonias realizada por la constructora AESA o el Cuartel San Martín que será construida por la constructora GyM).

BIBLIOGRAFÍA

- BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Construcción sin pérdidas, Edición N°1, fondo editorial Leguis s.a., Colombia, 2004.
- CORNEJO ARENAS, Jaime. Exposición: Gestión de Desperdicios en Edificaciones, Lima, Perú 2008.
- FORMOSO, CLAUDIA, ELVIRA, SOIBELMAN. "As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor", UFRGS, Brasil, 1999.
- GRAÑA Y MONTERO – CCA. Exposición: Pluma Autotrepante Distribuidora de Concreto Experiencia Nueva Sede GyM, Lima, Perú 2013.
- GRAÑA Y MONTERO – CCA. Exposición: Pluma Autotrepante Distribuidora de Concreto Experiencia Universidad del Pacífico, Lima, Perú 2012.
- GUIO CASTILLO, Virgilio. Productividad en obras de construcción, Diagnostico, Critica y Propuesta, Edición N°1, fondo editorial PUCP, Lima, 2001.
- SOIBELMAN, Lucio. Desperdicios vs. el control de los materiales, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México, 2000.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El uso del brazo hormigonador nos permite vaciar mayores volúmenes de concreto que lo tradicional (Disminución de la frecuencia de los mixers de 30 minutos a 15 minutos ya que no es necesario el armado y desarmado de las tuberías para el correcto vaciado de concreto).
- La productividad en el vaciado de concreto depende directamente de la frecuencia y puntualidad con que el proveedor hace entrega del concreto pedido.
- Los vaciados a grandes alturas ya no se deben hacer con las grúa torre ya que los tiempos de subida y bajada del balde son excesivos.
- Esta pluma sube con gatas hidráulicas por lo que no se requiere armar ni desarmar nada, con lo cual se logra un ahorro importante en el tiempo de vaciado, aumentando notablemente el avance diario de vaciado. Se aprovecha el ducto del ascensor para armar la pluma o deja una abertura sin vaciar utilizándolo como un ducto para la tubería vertical.
- Este sistema nos genera una gran versatilidad para los cambios de vaciados de elementos horizontales a verticales.
- Una de las causantes más incidentes de desperdicio de concreto es la variabilidad del concreto entregado en obra por el proveedor, con el uso de la pluma autotrepante el porcentaje de desperdicio disminuye de aproximadamente un 5% a 3%. Esto ocasiona que se tenga que hacer el pedido de concreto considerando un porcentaje más idóneo para asegurar el vaciado total de la estructura.
- No solo es una ventaja los constructores, sino también para los proveedores, ya que el uso del brazo te reduce la cantidad de personas que envían a la obra para la colocación del tendido de las tuberías disminuyendo de 4 personas a dos personas.
- La definición total del proyecto asegurará tener frentes donde colocar el concreto sobrante. Pues si no están definidos ciertos sectores del proyecto no

podremos planificar la reutilización del concreto sobrante. En conclusión es necesario tener todo el proyecto totalmente desarrollado.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para la ubicación del brazo hormigonador, hay que tener en cuenta los movimientos del contrapeso del equipo (L=3.75mts), ya que podría chocar con los pre armados de columnas de acero.
- Este tipo de equipos también pueden adaptarse a sistemas de encofrados trepantes, mejorando notablemente los rendimientos.
- Ya se cuentan con otros equipos de distribución de concreto más sofisticados, que pueden ser de gran valor dependiendo del tipo de proyecto que se tiene.
- Dentro del mercado peruano UNICON es la única empresa que cuenta con estos equipos para alquiler, los cuales no son los más modernos.
- No todo el concreto obtenido de la limpieza de las tuberías de los montantes, es reutilizado en otro frente de trabajo. Por ejemplo se podría utilizar para la fabricación de topellantas.
- La idea es adquirir como empresa uno de estos equipos, el cual nos generaría mayor competencia frente a otras empresas.
- El costo promedio de uno de estos equipos de primera traídos al Perú rodean los \$100000 a \$200000, mientras que un equipo de segunda nos estaría costando entre \$60000 a \$80000. Es decir, para poder recuperar el precio invertido en estos equipos se tendría que utilizar en cuatro proyectos similares al nuestro (Volumen Total de Concreto = 6500m³), o un edificio con un volumen total de concreto de 26000m³ (como el caso de la Torre Begonias realizada por la constructora AESA o el Cuartel San Martín que será construida por la constructora GyM).

BIBLIOGRAFÍA

- BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Construcción sin pérdidas, Edición N°1, fondo editorial Leguis s.a., Colombia, 2004.
- CORNEJO ARENAS, Jaime. Exposición: Gestión de Desperdicios en Edificaciones, Lima, Perú 2008.
- FORMOSO, CLAUDIA, ELVIRA, SOIBELMAN. "As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor", UFRGS, Brasil, 1999.
- GRAÑA Y MONTERO – CCA. Exposición: Pluma Autotrepante Distribuidora de Concreto Experiencia Nueva Sede GyM, Lima, Perú 2013.
- GRAÑA Y MONTERO – CCA. Exposición: Pluma Autotrepante Distribuidora de Concreto Experiencia Universidad del Pacifico, Lima, Perú 2012.
- GUIO CASTILLO, Virgilio. Productividad en obras de construcción, Diagnostico, Critica y Propuesta, Edición N°1, fondo editorial PUCP, Lima, 2001.
- SOIBELMAN, Lucio. Desperdicios vs. el control de los materiales, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México, 2000.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El uso del brazo hormigonador nos permite vaciar mayores volúmenes de concreto que lo tradicional (Disminución de la frecuencia de los mixers de 30 minutos a 15 minutos ya que no es necesario el armado y desarmado de las tuberías para el correcto vaciado de concreto).
- La productividad en el vaciado de concreto depende directamente de la frecuencia y puntualidad con que el proveedor hace entrega del concreto pedido.
- Los vaciados a grandes alturas ya no se deben hacer con las grúa torre ya que los tiempos de subida y bajada del balde son excesivos.
- Esta pluma sube con gatas hidráulicas por lo que no se requiere armar ni desarmar nada, con lo cual se logra un ahorro importante en el tiempo de vaciado, aumentando notablemente el avance diario de vaciado. Se aprovecha el ducto del ascensor para armar la pluma o deja una abertura sin vaciar utilizándolo como un ducto para la tubería vertical.
- Este sistema nos genera una gran versatilidad para los cambios de vaciados de elementos horizontales a verticales.
- Una de las causantes más incidentes de desperdicio de concreto es la variabilidad del concreto entregado en obra por el proveedor, con el uso de la pluma autotrepante el porcentaje de desperdicio disminuye de aproximadamente un 5% a 3%. Esto ocasiona que se tenga que hacer el pedido de concreto considerando un porcentaje más idóneo para asegurar el vaciado total de la estructura.
- No solo es una ventaja los constructores, sino también para los proveedores, ya que el uso del brazo te reduce la cantidad de personas que envían a la obra para la colocación del tendido de las tuberías disminuyendo de 4 personas a dos personas.
- La definición total del proyecto asegurará tener frentes donde colocar el concreto sobrante. Pues si no están definidos ciertos sectores del proyecto no

podremos planificar la reutilización del concreto sobrante. En conclusión es necesario tener todo el proyecto totalmente desarrollado.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para la ubicación del brazo hormigonador, hay que tener en cuenta los movimientos del contrapeso del equipo ($L=3.75\text{mts}$), ya que podría chocar con los pre armados de columnas de acero.
- Este tipo de equipos también pueden adaptarse a sistemas de encofrados trepantes, mejorando notablemente los rendimientos.
- Ya se cuentan con otros equipos de distribución de concreto más sofisticados, que pueden ser de gran valor dependiendo del tipo de proyecto que se tiene.
- Dentro del mercado peruano UNICON es la única empresa que cuenta con estos equipos para alquiler, los cuales no son los más modernos.
- No todo el concreto obtenido de la limpieza de las tuberías de los montantes, es reutilizado en otro frente de trabajo. Por ejemplo se podría utilizar para la fabricación de topellantas.
- La idea es adquirir como empresa uno de estos equipos, el cual nos generaría mayor competencia frente a otras empresas.
- El costo promedio de uno de estos equipos de primera traídos al Perú rodean los \$100000 a \$200000, mientras que un equipo de segunda nos estaría costando entre \$60000 a \$80000. Es decir, para poder recuperar el precio invertido en estos equipos se tendría que utilizar en cuatro proyectos similares al nuestro (Volumen Total de Concreto = 6500m^3), o un edificio con un volumen total de concreto de 26000m^3 (como el caso de la Torre Begonias realizada por la constructora AESA o el Cuartel San Martín que será construida por la constructora GyM).

BIBLIOGRAFÍA

- BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Construcción sin pérdidas, Edición N°1, fondo editorial Leguis s.a., Colombia, 2004.
- CORNEJO ARENAS, Jaime. Exposición: Gestión de Desperdicios en Edificaciones, Lima, Perú 2008.
- FORMOSO, CLAUDIA, ELVIRA, SOIBELMAN. "As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor", UFRGS, Brasil, 1999.
- GRAÑA Y MONTERO – CCA. Exposición: Pluma Autotrepante Distribuidora de Concreto Experiencia Nueva Sede GyM, Lima, Perú 2013.
- GRAÑA Y MONTERO – CCA. Exposición: Pluma Autotrepante Distribuidora de Concreto Experiencia Universidad del Pacifico, Lima, Perú 2012.
- GUIO CASTILLO, Virgilio. Productividad en obras de construcción, Diagnostico, Critica y Propuesta, Edición N°1, fondo editorial PUCP, Lima, 2001.
- SOIBELMAN, Lucio. Desperdicios vs. el control de los materiales, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México, 2000.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El uso del brazo hormigonador nos permite vaciar mayores volúmenes de concreto que lo tradicional (Disminución de la frecuencia de los mixers de 30 minutos a 15 minutos ya que no es necesario el armado y desarmado de las tuberías para el correcto vaciado de concreto).
- La productividad en el vaciado de concreto depende directamente de la frecuencia y puntualidad con que el proveedor hace entrega del concreto pedido.
- Los vaciados a grandes alturas ya no se deben hacer con las grúa torre ya que los tiempos de subida y bajada del balde son excesivos.
- Esta pluma sube con gatas hidráulicas por lo que no se requiere armar ni desarmar nada, con lo cual se logra un ahorro importante en el tiempo de vaciado, aumentando notablemente el avance diario de vaciado. Se aprovecha el ducto del ascensor para armar la pluma o deja una abertura sin vaciar utilizándolo como un ducto para la tubería vertical.
- Este sistema nos genera una gran versatilidad para los cambios de vaciados de elementos horizontales a verticales.
- Una de las causantes más incidentes de desperdicio de concreto es la variabilidad del concreto entregado en obra por el proveedor, con el uso de la pluma autotrepante el porcentaje de desperdicio disminuye de aproximadamente un 5% a 3%. Esto ocasiona que se tenga que hacer el pedido de concreto considerando un porcentaje más idóneo para asegurar el vaciado total de la estructura.
- No solo es una ventaja los constructores, sino también para los proveedores, ya que el uso del brazo te reduce la cantidad de personas que envían a la obra para la colocación del tendido de las tuberías disminuyendo de 4 personas a dos personas.
- La definición total del proyecto asegurará tener frentes donde colocar el concreto sobrante. Pues si no están definidos ciertos sectores del proyecto no

podremos planificar la reutilización del concreto sobrante. En conclusión es necesario tener todo el proyecto totalmente desarrollado.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para la ubicación del brazo hormigonador, hay que tener en cuenta los movimientos del contrapeso del equipo ($L=3.75\text{mts}$), ya que podría chocar con los pre armados de columnas de acero.
- Este tipo de equipos también pueden adaptarse a sistemas de encofrados trepantes, mejorando notablemente los rendimientos.
- Ya se cuentan con otros equipos de distribución de concreto más sofisticados, que pueden ser de gran valor dependiendo del tipo de proyecto que se tiene.
- Dentro del mercado peruano UNICON es la única empresa que cuenta con estos equipos para alquiler, los cuales no son los más modernos.
- No todo el concreto obtenido de la limpieza de las tuberías de los montantes, es reutilizado en otro frente de trabajo. Por ejemplo se podría utilizar para la fabricación de topellantas.
- La idea es adquirir como empresa uno de estos equipos, el cual nos generaría mayor competencia frente a otras empresas.
- El costo promedio de uno de estos equipos de primera traídos al Perú rodean los \$100000 a \$200000, mientras que un equipo de segunda nos estaría costando entre \$60000 a \$80000. Es decir, para poder recuperar el precio invertido en estos equipos se tendría que utilizar en cuatro proyectos similares al nuestro (Volumen Total de Concreto = 6500m^3), o un edificio con un volumen total de concreto de 26000m^3 (como el caso de la Torre Begonias realizada por la constructora AESA o el Cuartel San Martín que será construida por la constructora GyM).

BIBLIOGRAFÍA

- BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Construcción sin pérdidas, Edición N°1, fondo editorial Leguis s.a., Colombia, 2004.
- CORNEJO ARENAS, Jaime. Exposición: Gestión de Desperdicios en Edificaciones, Lima, Perú 2008.
- FORMOSO, CLAUDIA, ELVIRA, SOIBELMAN. "As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor", UFRGS, Brasil, 1999.
- GRAÑA Y MONTERO – CCA. Exposición: Pluma Autotrepante Distribuidora de Concreto Experiencia Nueva Sede GyM, Lima, Perú 2013.
- GRAÑA Y MONTERO – CCA. Exposición: Pluma Autotrepante Distribuidora de Concreto Experiencia Universidad del Pacífico, Lima, Perú 2012.
- GUIO CASTILLO, Virgilio. Productividad en obras de construcción, Diagnostico, Critica y Propuesta, Edición N°1, fondo editorial PUCP, Lima, 2001.
- SOIBELMAN, Lucio. Desperdicios vs. el control de los materiales, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México, 2000.