

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



**ESTUDIO COMPARATIVO DE UNA EDIFICACIÓN  
ENTRE EL SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD  
LIMITADA Y EL SISTEMA DUAL**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERA CIVIL**

**PAULINA PALMA ENCISO**

**LIMA – PERU**  
**2005**

## **AGRADECIMIENTO**

A todos los profesores de la FIC que con sus enseñanzas han permitido que me forje profesionalmente, en especial al Ing. Oscar Casas D. e Ing. Javier moreno S. por su apoyo en la elaboración del presente informe.

## **DEDICATORIA**

A mi hija Flavia Fernanda, mi esposo y mi madre, que con su apoyo y cariño hicieron posible que se realizara este trabajo.

## CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>Generalidades y Antecedentes</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO II</b>	<b>7</b>
<b>Marco Teórico</b>	
<b>2.1 Sistema de Edificaciones con Muros de Ductilidad Limitada</b>	
<b>2.2 Sistema Dual</b>	
<b>2.3 Muros no portantes</b>	
<b>2.3.1 Placas P-7 Silico Calcáreas</b>	
<b>2.3.2 Unidades de Albañilería Sólidas</b>	
<b>2.4 Programación de Obra</b>	
<b>CAPITULO III</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Descripción del Proyecto</b>	
<b>3.2 Proceso Constructivo “Edificio Multifamiliar Natalia”</b>	
<b>CAPITULO IV</b>	<b>67</b>
<b>4.1 Planeamiento y Programación de Obra “Sistema de Muros de Ductilidad Limitada”</b>	
<b>4.2 Planeamiento y programación de Obras “Sistema Dual”</b>	
<b>CAPITULO V</b>	<b>73</b>
<b>5.1 Análisis de Costos y Presupuestos “Sistema de Muros de Ductilidad Limitada”</b>	
<b>5.2 Análisis de Costos y Presupuestos “Sistema Dual”</b>	
<b>5.3 Control de Obra: Sistema de Muros de Ductilidad Limitada y Sistema Dual</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXO 1**

**ANEXO 2**

**PANEL FOTOGRÁFICO**

## INTRODUCCION

Como consecuencia de la política nacional de vivienda que viene impulsando el gobierno bajo un Plan Nacional de Vivienda denominada "Vivienda Para Todos" sustentado en programas como MIVIVENDA, TECHO PROPIO, TECHO PROPIO DEUDA CERO, PROGRAMA BANMAT Y PROGRAMA MI BARRIO es que nace la idea del proyecto "Residencial Natalia", Proyecto que fue concebido bajo el programa MIVIVENDA en el año 2001 con conceptos estructurales distintos al que hoy han sido desarrollados. Estos cambios permiten desarrollar el presente informe denominada "ESTUDIO COMPARATIVO DE UNA EDIFICACION ENTRE EL SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA Y EL SISTEMA DUAL" dado que en su concepción no se tenía conocimiento de la diversidad de métodos constructivos que hoy existen en el sector. Por ello la gran importancia de promover el desarrollo de la actividad constructiva dado que junto a ella no solo se impulsa la economía de un país si no que se desarrolla y promueve la competitividad, la innovación de tecnología y otros elementos que contribuyen a mejorar la industria de la construcción en un país en vías de desarrollo.

Este informe tiene por objetivo obtener parámetros indicativos en costo y tiempo de lo que representa construir una edificación bajo las mismas características de suelo y arquitectura tanto para el Sistema Estructural de Muros de Ductilidad Limitada y el Sistema Dual, de tal forma que pueda contribuir a una adecuada elección entre uno y otro sistema constructivo.

Reflexionar acerca de los nuevos sistemas constructivos no convencionales que se vienen aplicando en forma acelerada en gran cantidad de construcciones hoy en día, reflexión desde un punto de vista profesional, constructor y cliente, dado que existen muchos aspectos dentro de estos nuevos sistemas que pueden afectar o contribuir al negocio de la ingeniería y la construcción que se viene desarrollando de forma alentadora en nuestro país.

# **CAPITULO I**

## Generalidades y Antecedentes

“Residencial Natalia” ubicada en el distrito de Surquillo Jr. San Pedro 843-845 de la Provincia y Departamento de Lima, fue concebida originalmente para ser construida bajo el sistema de muros de albañilería confinada de 5 pisos de altura, esta idea inicial fue variando para luego ser diseñada bajo un Sistema de Concreto Armado Dual con la cual se construyó al cuarto bloque de la edificación que consta de 10 departamentos y que hoy es materia de estudio del presente informe.

En plena etapa constructiva del bloque en mención el Constructor guiado por la cantidad de edificaciones que se vienen construyendo con Muros de Ductilidad Limitada es que por tercera vez cambia el proyecto al Sistema de Muros de Ductilidad Limitada bajo el concepto empírico de ahorro económico y espacio útil por la esbeltez de los muros (10cm.).

Los departamentos que en su totalidad son 38 constan de un área techada que varía entre 49 m<sup>2</sup> y 35m<sup>2</sup> de 03 dormitorios y 02 dormitorios respectivamente. La población a la cual va dirigida este proyecto es a la población Surquillana que en su mayoría habitan en quintas y solares de ambientes bastante reducidos.

Debido a que la construcción siempre se respaldó con capital propio de la inmobiliaria se realizaron inicialmente departamentos pilotos (02 departamentos) en el cuarto bloque con la finalidad de captar las inquietudes de los clientes y sobretodo aceptación de departamentos pequeños pero acogedores, la respuesta inicial no fue positiva debido a que por la gran demanda hoy el cliente desea comprar un departamento ya culminado y no en planos como se pretendía vender estos departamentos.

Gracias a una incisiva campaña de la Inmobiliaria por medios escritos es que se logra vender algunos departamentos que fueron exigidos por los propietarios para su pronta entrega.

La construcción del tercer Bloque se inicia a fines del mes de Junio del año 2004 con capital propio motivo por el cual los avances no eran muy representativos dado que el personal de obra que eran 8 obreros hacían las veces de Operarios, Oficiales y Peones si así lo requería el avance de obra.

Sin embargo en al medida que se iba construyendo los departamentos fueron vendiéndose dado que ofrecía al comprador cierta garantía de entrega inmediata.

Hoy se tiene construido 20 departamentos correspondientes a los dos bloques posteriores como son el Bloque 4 construido bajo el Sistema Dual y el Bloque 3 construido bajo el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada, cada una de 10 departamentos que es motivo de análisis del presente informe.

## **CAPITULO II**

En este capítulo describiremos algunos conceptos importantes para lograr un mejor entendimiento de los procesos y elementos usados y recomendados en la construcción de la edificación en mención.

## **Marco Teórico**

### **2.1 SISTEMA DE EDIFICACIONES CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA.**

#### **2.1.1. DEFINICIONES Y LIMITACIONES**

**2.1.1.1.** Las edificaciones con muros de ductilidad limitada se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad en las dos direcciones está dada por muros de concreto armado que no pueden desarrollar desplazamientos inelásticos importantes. En este sistema los muros son de espesores reducidos, se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone de una sola hilera. Los sistemas de pisos son losas macizas o aligeradas que cumplen la función de diafragma rígido.

**2.1.1.2.** El máximo número de pisos que se puede construir con este sistema es de 7 pisos.

**2.1.1.3.** Cuando se emplee este sistema en edificios de mayor altura, los pisos inferiores por debajo de los últimos 6 niveles, deberán estar necesariamente estructurados en base a muros de concreto armado con espesores mayores o iguales a 0.15m. que permitan confinar sus extremos con estribos. Para el análisis y diseño sísmico del edificio se podrá usar  $R=4$  ó  $R=4x^3/4$  si el edificio fuera irregular.

#### **2.1.2. MODELO PARA EL ANÁLISIS DE LAS EDIFICACIONES CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA.**

**2.1.2.1** Para lograr una aceptable representación de la rigidez del edificio y de la distribución de las solicitaciones internas, se deberá desarrollar un

modelo que tome en cuenta la interacción entre muros de direcciones perpendiculares. Par tal efecto será necesario, compatibilizar las deformaciones verticales en las zonas comunes de los muros en ambas direcciones, tanto para solicitaciones sísmicas como para cargas de gravedad.

Como alternativa de análisis se puede emplear modelos seudo tridimensionales de pórticos planos, considerando la contribución de los muros perpendiculares. La longitud de la aleta contribuyente a cada lado del alma deberá ser el menor valor entre el 10% de la altura total del muro y la mitad de la distancia al muro adyacente paralelo.

### **2.1.3 DESPLAZAMIENTOS LATERALES PERMISIBLES.**

**2.1.3.1** El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, (calculado según el artículo 16.4 de la norma NTE-030) dividido entre la altura de entrepiso no deberá exceder de 0.005.

**2.1.3.2.** Cuando para controlar los desplazamientos laterales se recurra a vigas de acoplamiento entre muros, éstas deben diseñarse para desarrollar comportamiento dúctil y deben tener un espesor mínimo de 0.15m.

### **2.1.4 IRREGULARIDADES EN ALTURA Y REQUISITOS DE DISEÑO.**

**2.1.4.1** Cuando el edificio tenga muros discontinuos, se deberá cumplir con las siguientes exigencias:

- a) Para evitar la existencia de un piso blando en cualquier entrepiso, el área transversal de los muros en cada dirección no podrá ser menor que el 90% del área correspondiente al entrepiso inmediato superior.
- b) El 50% de los muros deberá ser continuo con un área mayor o igual al 50% del área total de los muros en la dirección considerada.
- c) La resistencia y rigidez del entrepiso donde se produce la discontinuidad, así como los entrepisos inmediato superior e

inferior deberá estar proporcionada exclusivamente por los muros que son continuos en todos los niveles.

- d) El sistema de transferencia (parrilla, losa y elementos verticales de soporte) se deberá diseñar empleando un factor de reducción de fuerzas sísmicas (RST) igual al empleado en el edificio R dividido entre 1.5, es decir  $RST=R/1.5$
- e) Excepcionalmente Se permitirá densidades de muros continuos inferiores a la indicada en (b), sólo para los entresijos de sótanos. En este caso se podrá recurrir a sistemas de transferencia en el nivel correspondiente al techo del sótano debiéndose desarrollar un diseño por capacidad de acuerdo a lo indicado en el acápite 4.2 de la especificación normativa para concreto armado en el caso de Edificaciones con Muros de Ductilidad Limitada y satisfaciendo adicionalmente lo indicado en (d).

El proyectista deberá presentar una memoria y notas de cálculo incluyendo los detalles del diseño para el sistema de transferencia y de los principales muros con responsabilidad sísmica.

## 2.2 SISTEMA DUAL

Son edificaciones donde las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. Los pórticos deberán ser diseñados para tomar por lo menos 25% del cortante en la base.

## 2.3 MUROS NO PORTANTES

Muro diseñado y construido en forma tal que solo lleva cargas provenientes de su peso propio. Son parapetos, tabiques y cercos.

1. Los muros no portantes podrán ser de unidades de albañilería sólidas, huecas o tubulares.
2. Los muros no portantes de albañilería no reforzada serán arriostradas a intervalos tales que se satisfaga las exigencias del espesor mínimo indicado en D8.

3. Los muros no portantes de albañilería armada serán reforzados de modo tal que la armadura resista el integro de las tracciones, no admitiéndose tracciones mayores de 8kg/cm<sup>2</sup> en la albañilería.
4. Los arriostramientos serán diseñados por métodos racionales de cálculo.
5. La cimentación de los cercos será diseñada por métodos racionales de cálculo.
6. Están exonerados de las exigencias de arriostramiento los parapetos de menos de 1.00 m de altura, que estén retirados del plano exterior de fachadas y/o patios interiores una distancia no menor de una vez y media su altura.
7. Se compatibilizara el sistema de construcción de los tabiques con la deformación de la estructura que los enmarca, de manera de evitar daños por causa de deformaciones impuestas que los tabiques no pueden admitir.
8. El espesor mínimo se calculara mediante la siguiente expresión:

$$t = Usma^2$$

donde:

- t = Espesor efectivo mínimo (en metros)
- U = Coeficiente de Uso del Reglamento Sísmico
- S = Coeficiente dado en la tabla N. 1
- m = Coeficiente dado en la tabla N. 2
- a = Dimensión crítica (en metros) indicada en la tabla N. 2
- b = La otra dimensión del muro

Este espesor mínimo se verificara para las fuerzas de viento locales, usando locales, usando los esfuerzos admisibles para tracción correspondiente a albañilería no reforzada.

a.- Para morteros con cal.

		ZONA SISMICA		
		1	2	3
TABIQUES		0.28	0.20	0.09
CERCOS		0.20	0.14	0.06
PARAPETOS		0.81	0.57	0.24

Tabla N° 1: Valores de s

b.- En el caso de emplearse morteros sin cal, los valores de s obtenidos en a. se multiplicarán por 1.33

<b>CASO 1. Muro con cuatro bordes arriostrados</b>							
a =	Menor dimensión						
b/a =	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0
m =	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	
	0.1180	0.125					

<b>CASO 2. Muro con tres bordes arriostrados</b>							
a =	Longitud de borde libre						
b/a =	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5
	2.0	00					
m =	0.06	0.074	0.087	0.097	0.106	0.112	0.128
	0.132	0.133					

<b>CASO 3. Muro arriostrado solo en sus bordes horizontales</b>	
a =	Altura de muro
m =	0.125
<b>CASO 4. Muro en voladizo</b>	
a =	Altura de muro
m =	0.5

Tabla N° 2; Valores de m

## 9. Arriostres

- 9.1 Cuando sea necesario los muros no portantes serán arriostrados por arriostres verticales, tales como muros de arriostre y/o elementos de refuerzo, y/o por arriostres horizontales tales como losas de techo o vigas collar.
- 9.2 Los arriostres se diseñarán como apoyos del muro arriostrado, considerado este, como losa y sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a él.
- 9.3 Un muro se considerará arriostrado:
  - a. Cuando exista suficiente adherencia, amarre y/o anclaje entre los muros y sus arriostres que garanticen la adecuada transferencia de esfuerzos.
  - b. Cuando los arriostres tengan la resistencia, estabilidad y anclaje adecuados para transmitir las fuerzas actuantes a elementos estructurales adyacentes o al suelo.
  - c. Cuando empleándose los techos para su estabilidad lateral, se tomen precauciones para que las fuerzas laterales que actúan en estos techos sean transferidas adecuadamente al suelo.

### 2.3.1 Placas P7 Silico Calcáreo

**Tabique de placa P-7:** Esta constituido por hiladas de PLACAS P-7 asentadas con mortero, varillas de refuerzo vertical colocadas en los conductos circulares formados entre las unidades y concreto liquido vaciado en ellos.

Estas placas son de gran resistencia y proporcionan el necesario control acústico a los ambientes que conforman.

Ocupan el mínimo espacio 7cm. De ancho, es una pared económica.

#### **Materiales del tabique:**

**1.0** Placa P-7 (7x50x24)cm.

**2.0** Pernos expansivos 40mm.

**3.0** Fierro corrugado de 1/4" o 3/8" en refuerzo vertical, según altura hasta 3.50mts.

**4.0** Concreto líquido 1:3

**Proceso Constructivo:**

**1.0** Hacer el trazo del tabique a construir

**2.0** Perforaciones de 1/4"x30mm. En piso y techo cada 50cm. Para pernos expansivos. La primera perforación dependerá del largo de la pared.

**3.0** Fijar los pernos expansivos en todas las perforaciones.

**4.0** Soldar las varillas verticales a los pernos expansivos en piso y techo.

**5.0** Asentar con mortero 1:1:4 de 1cm. De espesor. Los canales laterales forman un conducto circular, que alojan las varillas y se llenan con concreto líquido en cada hilada.

**6.0** Cada tres hiladas colocar en el mortero 1cm de espesor una varilla de fierro corrugado de 1/4".

**7.0** La dimensión de la pared, largo y altura, se obtiene cortando las unidades del inicio vertical y su término horizontal.

**8.0** Asentar la última hilada, llenando previamente con concreto 1:3, con slump mínimo, los canales laterales.

**Especificaciones técnicas:**

**1.0 Dimensiones:**

Denominación	Espesor (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Alvéolos (cm)	Peso (kg.)
Placa P7	7.00	50.00	24.00	2 semi Alvéolos Diam 3.5 cm	15.90

Tipo : V (Norma Itintec 331.032)

Resistencia a la compresión del bloque (f' b) : 180kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia a la compresión del bloque (f m): 90kg/cm<sup>2</sup>

Máxima distorsión angular para ser reparable: 1/200

Variación dimensional (%) : 0.7 -1.5

Alabeo : No presenta

Densidad	: 1,850 kg/cm <sup>2</sup>
Succión (gr.)	: 20-25
Estabilidad volumétrica (%)	: 0.010-0.035
Riesgo de eflorescencia	: No eflorecido
Absorción máxima	: 10 -12%
Coefficiente de saturación	: 97%
Resistencia a la intemperie	: Muy buena
Resistencia al fuego	:Estable (min. 4horas)
Aislamiento acústico	: 47-56db (espesor de muro 10-24 cm)
Color natural	: Blanco grisáceo

### 2.3.2 Unidades de Albañilería Sólidas

Las unidades empleadas en las construcciones de albañilería son básicamente hechos de arcilla (Cerámicos), arena – cal (silico Calcareo) y de concreto. De acuerdo a su tamaño estos son denominados ladrillos y bloques.

A nivel internacional, las unidades se clasifican por el % de huecos (alvéolos o perforaciones) que tienen en su superficie de asentado y por la disposición que estos tengan, de la siguiente manera:

a) Unidades Sólidas o Macizas: Son los que no tienen huecos en todo caso, presentan alvéolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento que cubren un área no mayor al 25% del área de la sección bruta, sin embargo los experimentos indican que es posible emplear unidades hasta con 33% de vacíos, más allá del cual su comportamiento se torna muy frágil. Estas unidades se emplean para la construcción de muros portantes.

b) Unidades Silico – Calcáreos: En el Perú existe una sola fábrica "LA CASA" que produce este tipo de unidad en varias modalidades, como bloques, ladrillos (huecos y macizos) y unidades apilables.

La materia prima consiste de cal hidratada (10%) y arena (con un 75% de sílice), lo que da lugar a unidades de color blanco grisáceo aunque puede añadirse pigmentos que le proporcionan otras tonalidades.

La dosificación de los materiales (incluyendo agua) se hace en peso y para el moldeo de las unidades se utilizan prensas mecánicas o hidráulicas, luego las unidades se endurecen curándolas a vapor en cámaras “autoclave” con elevada presión (entre 8 a 17 atmósferas). Durante este proceso la cal reacciona químicamente con el silicio, formando un agente cementante (silicato calcio hidratado) que une las partículas de arena.

La ventaja de estas Unidades sobre los de arcilla es que sus dimensiones entre el estado crudo y el producto terminado prácticamente no varían, asimismo por el proceso mecanizado en su fabricación tienen muy poca variación en su resistencia a compresión, que suele ser alta. La principal desventaja de estas unidades es que su textura es suave, con poros muy cerrados, esto hace que la adherencia mortero – unidad sea reducido; por esta razón últimamente se han producido unidades sílico calcáreas con estrías y perforaciones en su superficie de asentado.

### **Propiedades y Ensayos de Clasificación.**

Conocer las propiedades de las unidades es necesario básicamente para tener una idea sobre la resistencia de la albañilería, así como de su durabilidad ante el intemperismo. Sin embargo, no puede afirmarse que la mejor unidad proporcione necesariamente la mejor albañilería.

Las propiedades de la unidad que están asociadas con la resistencia de la albañilería son:

- Resistencia a la Compresión y Tracción
- Variabilidad Dimensional y Alabeo
- Succión

Las propiedades de la Unidad que están relacionadas con la durabilidad de la albañilería son:

- Resistencia a la Compresión y Densidad
- Eflorescencia, Absorción y Coeficiente de Saturación.

## **2.4 PROGRAMACION DE OBRA**

Los objetivos principales a conseguir con una programación de obra son:

- El cumplimiento con el plazo de ejecución,
- La utilización plena de la mano de obra, las maquinarias y los equipos.
- Conseguir la menor inversión inicial, Facilitar las tareas repetitivas, etc.

**Etapas para su elaboración:**

- a. Etapa de estudio de la Documentación Técnica y recopilación de información sobre los recursos disponibles para la obra.
- b. Etapa de Planeamiento donde se visualizan los trabajos a realizar y su ordenamiento secuencial en función del proceso constructivo.
- c. Etapa de Programación propiamente dicha donde se insertan los tiempos y se determinan las fechas de realización de las operaciones y el tiempo total de la obra.
- d. Etapa de Control durante la realización de la obra.

**Métodos de programación:** Solo manifestaremos los dos métodos más usados en la programación.

### **1.0 Diagrama Gantt o Plan de avance de tareas**

Este método de Programación y Control fue desarrollado por Henry Lawrence Gantt, durante la primera guerra mundial (1914), donde estuvo de asesor principal al jefe de Logística del Ejercito Norteamericano para llevar el control de pertrechos de Guerra. Hizo un cuadro de doble

entrada, en el cual en un lado estaba la descripción de cada pieza de artillería y en el otro lado (derecho de la hoja) la escala de tiempos, donde graficaba la barra prevista y en otro reglón la barra real. Cada pieza tenía dos reglones.

### **Descripción del Método**

Es un calendario lineal de doble entrada, en el cual el tiempo ocupa el eje horizontal y el trabajo, tarea o actividades a realizar en el eje vertical.

También se puede definir al Diagrama de barras Gantt como la representación de un programa que consta de dos partes:

La del lado izquierdo, es un listado de tareas o actividades ordenadas, en la medida de lo posible, en forma secuencial (de acuerdo a la lógica constructiva), así como un conjunto de campos y columnas donde se ponen como encabezado los atributos o características más importantes de cada tarea, como Venta(S/.), Horas – Hombre (HH), Peso (en % de participación de cada tarea respecto al total). Hacia el lado derecho se define la parte gráfica, que consta de una escala de tiempo y en cada reglón colineal a cada actividad su correspondiente barra de tiempo (barra con inicio y fin definidos).

### **Tipos de Diagramas de Barras Gantt**

**El Diagrama de Planificación:** En este diagrama, las actividades a ejecutar se representan mediante símbolos predefinidos.

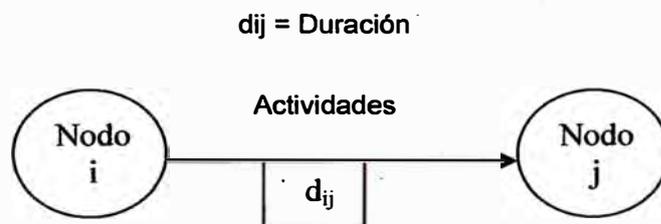
**El Diagrama del Progreso,** Este tipo de diagrama es empleado en el desarrollo de la obra, para mostrar gráficamente el trabajo realizado en relación con el tiempo previsto.

## **2.0 Método del camino Crítico**

El Método de grafos o Diagrama de flechas utilizando redes cerradas (un único inicio y un único fin, donde todas las actividades están relacionadas) fue desarrollado a fines de 1956 por Morgan R. Walker de DUPONT de Neumours & Company y James Kelley Jr. De la Remington Rand Corporation. Este método de redes se utilizó con la finalidad de mejorar la planeación y programación del diseño y construcción de una factoria química en Louisville, Kentucky para la empresa Dupont, cuyo costo de obra fue de \$10 millones. A dicha técnica le denominaron CPPS. Posteriormente se unió a ellos el Dr. Jhon w. Mauchly de la Empresa UNIVAC para adaptar esta nueva técnica a la computadora digital adoptando el nombre de CPM (Método del camino crítico.).

### Descripción del Método

Es una red orientada a las flechas donde cada actividad o tarea es representada por la flecha adimensional cuyos límites son el nodo, suceso o evento de inicio y el nodo, suceso o evento de fin o término. Estos nodos son instantes en el tiempo, por tanto no tienen duración (su valor es cero).



Es una red cerrada, porque tiene un único origen (inicio de proyecto) y un único fin (termino de proyecto u obra), donde las tareas intermedias, por lo menos tienen una actividad antecedente o precedente y una actividad siguiente o sucesora.

La única relación posible entre tareas es fin – inicio; es decir una actividad sucesora no se inicia hasta no concluir la actividad precedente.

Esta basado en la teoría del flujo máximo para el cálculo de la red de marcha hacia delante y el flujo mínimo para el cálculo de la red en marcha hacia atrás. Utiliza como conectores a las denominadas actividades ficticias, virtuales o dummies que no tienen duración y cuyo propósito es establecer un único código de inicio y fin para cada tarea y diagramar apropiadamente la lógica de la red.

## **CAPITULO III**

En este capitulo describiremos el proyecto Residencial Natalia en todo sus aspectos.

### 3.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

#### 3.1.1 Descripción del proyecto - Arquitectura

##### 3.1.1.1 Ubicación

Localización : Jr. San Pedro 843-845

Distrito : Surquillo

Provincia : Lima

Departamento: Lima

**3.1.1.2** La Unidad Inmobiliaria es un edificio de cinco pisos de cuatro bloques, que tiene 45 secciones de propiedad exclusiva destinadas a vivienda, estacionamientos y 04 unidades a usos diversos.

- 38 Departamentos.
- 07 Estacionamientos
- 04 unidades de uso diverso (aires de cada bloque)

**3.1.1.3 Áreas de las unidades:** El área de las unidades se distribuye así:

NUMERO	SECCION	AREA OCUPADA(M2)	AREA TECHADA(M2)	USO
<b>PRIMER PISO</b>				
ESTAC. N° 1	1	11.61	11.61	ESTAC.
ESTAC. N° 2	2	11.61	6.45	ESTAC.
ESTAC. N° 3	3	10.93	10.93	ESTAC.
ESTAC. N° 4	4	10.93	10.93	ESTAC.
ESTAC. N° 5	5	10.93	6.08	ESTAC.
ESTAC. N° 6	6	11.61	11.61	ESTAC.
ESTAC. N° 7	7	11.61	6.45	ESTAC.

DEPART. N° 101	8	42.50	35.00	VIV.
DEPART. N° 102	9	42.50	35.00	VIV.
DEPART. N° 103	10	46.30	35.00	VIV.
DEPART. N° 104	11	50.00	35.00	VIV.
DEPART. N° 105	12	71.30	49.43	VIV.
DEPART. N° 106	13	60.07	34.57	VIV.
<b>SEGUNDO PISO</b>				
DEPART. N° 201	14	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 202	15	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 203	16	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 204	17	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 205	18	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 206	19	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 207	20	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 208	21	35.17	35.17	VIV.
<b>TERCER PISO</b>				
DEPART. N° 301	22	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 302	23	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 303	24	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 304	25	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 305	26	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 306	27	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 307	28	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 308	29	35.17	35.17	VIV.
<b>CUARTO PISO</b>				
DEPART. N° 401	30	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 402	31	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 403	32	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 404	33	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 405	34	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 406	35	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 407	36	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 408	37	35.17	35.17	VIV.
<b>QUINTO PISO</b>				
DEPART. N° 501	38	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 502	39	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 503	40	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 504	41	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 505	42	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 506	43	35.17	35.17	VIV.
DEPART. N° 507	44	47.45	47.45	VIV.
DEPART. N° 508	45	35.17	35.17	VIV.
<b>PISO AZOTEAS</b>				
AZOTEAS N° 1	46	84.00		DIV.
AZOTEAS N° 2	47	84.00		DIV.
AZOTEAS N° 3	48	84.00		DIV.
AZOTEAS N° 4	49	84.00		DIV.

**3.1.1.4 Sistema Constructivo:** El sistema constructivo de estas dos torres que son tomadas como el referencial para el análisis son como sigue:

Bloque N° 04: Que consta de 10 departamentos fue construido bajo el sistema estructural de concreto armado Dual, dado que es un sistema de combinación de pórticos y muros estructurales, como se aprecia en los planos de la sección de anexos.

Bloque N° 03: Al igual que el anterior bloque consta de 10 departamentos la cual ha sido construido bajo el sistema estructural de muros de ductilidad limitada.

### **3.1.1.5 Acabados**

#### **3.1.1.5.1 Exteriores**

- Los elementos estructurales y los muros exteriores para uno y otro sistema estructural fueron tarrajeados y pintados.

- Los pisos de las áreas comunes (pasadizos y escaleras) son de cemento pulido.

- La Carpintería de las puertas principales son:

Marco de madera Tornillo

Hoja de puerta contraplacada de material MDF

- Las Ventanas Exteriores son de perfiles de aluminio económico y vidrios incoloros de 4mm de espesor.

- En el ingreso principal se colocará un enrejado de fierro.

#### **3.1.1.5.2 Interiores**

- Los muros interiores se acabaron como sigue:

Bloque 04: Tarrajeado y pintado

Bloque 03: Empastado, Tarrajeado y pintado

- Los cielorrasos

Bloque 04: Tarrajeado y pintado

Bloque 03: Empastado y pintado

- Pisos: Los pisos para ambos casos son de parquet coricaspi con contrazocalos de madera cedro.

- Carpintería: Las puertas en ambos casos son de marcos de madera tornillo y hojas contraplacadas de material MDF, la carpintería de cocina se realizó de melamine de 18mm color almendra por ser más económica.

- Las ventanas interiores son de perfiles de aluminio PFK y vidrio incoloro de 4mm. (Sistema 3130 Furukawua).

- Aparatos sanitarios son de color boné del grupo Trébol – Celima

- La grifería son de Vainsa de la línea económica (CANCUN).

- Los acabados tanto en cocina como en baños es de cerámica 30x30- Celima. América tanto en piso y pared del baño y granilla en piso de cocina.

- Las cerraduras interiores y principales son de tambor de la marca Black & Decker.

### **3.1.2 Descripción del proyecto – Estructural**

Como se menciona líneas arriba la edificación es un edificio de 04 bloques de 5 pisos cada una, las cuales están conectadas de a dos a

través de una escalera interior, este edificio consta de 38 departamentos y 07 estacionamientos, áreas comunes y pozos de Luz.

Inicialmente el proyecto fue concebido para tener un sistema estructural de concreto armado Dual, su diseño es modificado como consecuencia del alto índice de edificaciones con el sistema de muros de ductilidad limitada y la creencia empírica que los costos serían menores.

### **3.1.2.1 Estructuración y Elementos Estructurales**

La estructuración de la edificación es como sigue:

#### **3.1.2.1.1 Bloque N°04: Sistema Estructural de concreto armado Dual.**

Esta conformada por una losa aligerada de 20 cm. De espesor, muros de corte de 20 cm y 25 cm de espesor y pórticos principales con vigas de 25x40cm en ambas direcciones, en este caso los pórticos toman por lo menos el 25% de la cortante en la base.

Las divisiones de los ambientes interiores como baños, dormitorios y cocina se realizaron con unidades de albañilería del tipo IV y mortero del tipo P2 1:5 (cemento: arena) las cuales se confinaron con columnas de 15 x20cm.

#### Especificaciones Generales:

##### **Concreto (Norma NTE E-060, ACI 318-95)**

Elementos de concreto Ciclópeo  $f'c = 100\text{kg/cm}^2$

Zapatas, columnas, placas, vigas, losas y escaleras  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$

##### **Acero**

Acero de refuerzo Grado 60 (Itintec 341-031)  $f_y = 4,200\text{kg/cm}^2$

##### **Albañilería (Norma Itintec 331-017)**

Unidades de albañilería Tipo IV

Mortero tipo P2 (1:5 cemento: arena)

**Sobrecarga de Diseño**

Áreas de vivienda 200kg/m<sup>2</sup>

Azotea 150kg/m<sup>2</sup>

**Normas de Diseño Sismorresistente** E-030

**3.1.2.1.2 Bloque N°03 Sistema Estructural de muros de ductilidad limitada.**

Este bloque de la edificación esta conformada por muros de ductilidad limitada de 10 cm. De espesor y losas armada en ambas direcciones de una sola malla de 12 cm. De espesor. En ambos lados de la fachada se colocaron vigas de 25x40cm.

La tabiquería (vanos ) se realizó con unidades de albañilería del tipo IV y mortero P2.

Especificaciones Generales:

**Concreto** (Norma NTE E-060, ACI 318-95)

Zapatas, columnas, placas, vigas, losas y escaleras  $f_c = 210\text{kg/cm}^2$

**Acero**

Acero de refuerzo Grado 60 (Itintec 341-031)  $f_y = 200\text{kg/cm}^2$

**Albañilería** (Norma Itintec 331-017)

Unidades de albañilería Tipo IV

Mortero tipo P2 (1:5 cemento: arena)

### **Sobrecarga de Diseño**

Áreas de vivienda	200kg/m <sup>2</sup>
Azotea	150kg/m <sup>2</sup>

### **Normas Peruanas para el diseño de edificios con muros de concreto de ductilidad limitada**

#### **3.1.3 Instalaciones Sanitarias**

**Sistema de Agua:** El sistema de agua para estos edificios será atendido desde la red pública por una conexión domiciliaria de 1.1/2" hacia dos cisternas ubicadas en el área de estacionamiento y para la presión y distribución de agua se utilizará el sistema con equipo hidroneumático, Los equipos de bombeo de agua se ubicarán en un cuarto lateral a la cisterna al igual que la tapa de ingreso a la cisterna; la tubería de impulsión saldrá por piso y subirá hasta los departamentos por ductos. Los alimentadores para cada lado del edificio tendrán ingresos para cada departamento con medidores de gasto, ubicados de tal forma que se obtenga la menor interferencia posible en el servicio a cada uno de ellos. En cada piso se instalará la red para distribuirla a todos los baños. En cada baño o servicio se instalarán válvulas de compuerta para independizarlos y facilitar los trabajos de mantenimiento o reparación.

**Sistema de Desagüe:** El sistema de desagüe ha sido diseñado recolectando todas las descargas por gravedad y salen por un colector en el primer piso hacia las cajas de registro a lo largo del pasaje principal, que finalmente conducirán los desagües a la red pública por medio de la respectiva conexión domiciliaria.

En los baños se han previsto las ventilaciones suficientes para proteger el sello de las trampas, del sifonaje. Asimismo se han ubicado registros de piso para mantenimiento de las redes.

#### **Especificaciones Técnicas Instalaciones Sanitarias**

### **Materiales:**

**Tuberías para redes de agua fría:** Serán de policloruro de vinilo, PVC clase 10 (PVC tipo 90) para una presión de trabajo de 10 kg/cm<sup>2</sup> con uniones roscadas.

Los accesorios serán del mismo material con excepción de los que alimentan a los aparatos, que serán de bronce o de fierro galvanizado roscados. Como sellador de las uniones para este tipo de tuberías se usará solo cinta Teflón o pasta de Mineo o Litargiro.

**Tuberías para redes de desagüe:** Serán de policloruro de vinilo PVC – SAL (pvc tipo 90) con uniones espiga campana.

Los accesorios serán del mismo material que la tubería y en lo posible serán del mismo fabricante. Como sellador de las uniones se usará pegamento especial para tuberías de PVC.

**Válvulas Compuerta:** Para interrupción del flujo de agua se usarán las de tipo compuerta, con uniones roscadas. Serán de bronce para una presión de trabajo de 10 kg/cm<sup>2</sup>. La presión de trabajo irá grabada en el cuerpo. Serán de calidad igual o superior a la Crane o kitz. En ambos lados se instalarán uniones universales.

La manija serán de metal y se identificarán por un disco de aluminio o de bronce con la numeración de la válvula, debiéndose hacerse una relación detallada de su ubicación.

**Válvula Check:** Serán de bronce del tipo charmela (Swing check) para una presión de trabajo de 10 kg/cm<sup>2</sup> con uniones roscadas y de calidad similar a la Crane o Kitz.

**Griterías:** Serán de bronce, con uniones roscadas para una presión de trabajo de 10 kg/cm<sup>2</sup> la empaquetadura de sello será de Neopreno. Exteriamente serán cromadas y en los casos que se requiera llevarán manoplas cromadas.

**Tubos de Abasto:** Serán de material termoplástico o de cobre cromado; con llave de ángulo del mismo material. Serán de 1/2" nominal para lavaderos y lavatorios y de 3/8" nominal para inodoros.

### **Instalación**

**Redes de agua fría:** Se procederá de acuerdo a las normas convencionales de trabajo para tubería roscada teniendo cuidado que al roscar la tubería se coloque una espiga de madera de diámetro igual al de la tubería, para evitar deformaciones causadas por la tarraja. El sellado de las uniones con cinta teflón se hará envolviendo la cinta dos vueltas alrededor de la rosca, en el sentido de las agujas del reloj; luego se une el tubo con el accesorio, a mano; finalmente se termina haciendo el ajuste con herramienta. Para cambios de diámetro se usarán reducciones campana, se permitirá usar bushings sólo para cambiar de diámetro a la salida de los aparatos.

Las redes interiores expuestas son aquellas adosadas a muros, colgando de los techos o dentro de ductos. Deberá preverse su alineamiento a fin de colocar empotrado en el lugar correspondiente tacos de madera antes de acabar los muros o techos, excepto que se vayan a fijar con pernos de disparo. Luego se colocarán los elementos de soporte.

El punto de agua fría o caliente comprende la instalación, tuberías y accesorios para abastecer un aparato sanitario, grifo o salida especial, dentro del límite establecido por los muros que conforman el ambiente. En los baños múltiples se prorrateará el costo de las tuberías, accesorios e instalación entre todos los puntos. Se debe tener mucho cuidado con la ubicación definitiva de aparatos, accesorios y registros, para que no tengan interferencias con las estructuras u otras instalaciones.

A medida que se instalen los puntos, se colocarán tapones roscados, hasta que se instalen los aparatos en forma definitiva. El punto no incluye la válvula, ni la grifería o aparatos o sus correspondientes tubos de abasto.

**Redes de Desagüe:** Las redes de desagüe exteriores son aquellas proyectadas debajo de las veredas o del terreno natural.

Para su instalación; como inicio de trabajo se hará el trazado y replanteo general de la red proyectada, verificando que las tuberías podrán tener las gradientes y profundidades especificadas en los planos. La excavación de las zanjas se iniciará teniendo en obra la tubería necesaria. El ancho de la zanja será de 0.40m como mínimo y 0.70m como máximo. El fondo será según la rasante proyectada, incluyendo el espesor del tubo y de la campana.

Los excesos de la excavación serán rellenados con hormigón de río. Se revisarán los tubos antes de colocarlos en las zanjas, rechazando los que tengan defectos o rajaduras. Las campanas irán orientadas aguas arriba.

La nivelación de los tubos se hará colocando puntos de nivel con instrumento topográfico. Para la unión se cuidará que las superficies del tubo y la campana estén limpias.

El relleno de las zanjas se efectuará después de las pruebas hidráulicas de la tubería instalada, echando primero material seleccionado, libre de piedras, raíces, maleza, etc. Apisonando uniformemente los costados. Se continúa por capas de 0.10m evitando mover los tubos y hasta una altura mínima de 0.30 m sobre la clave del tubo, luego se terminará con material libre de piedras.

Las tuberías interiores empotradas son aquellas proyectadas por falso pisos y muros dentro de la construcción. Previo al vaciado de pisos y al levantamiento de muros, se ubicarán las tuberías de desagüe con todos los accesorios y con las pendientes que correspondan; 1% para las de 4" y mayores y 1.5% para las de 2" y 3". Luego se procederá al vaciado y levantamiento de muros; en estos últimos se dejará libre el entrabe de ladrillos a fin de permitir la colocación de la tubería, vaciándole concreto posteriormente.

No se debe picar el muro para instalar estas tuberías. Para el cruce de elementos estructurales se colocarán manguitos de tubo metálico, que permita el pase libre de la tubería. Las ventilaciones se prolongarán sobre el techo 0.30 m teniendo cuidado de hacer una junta impermeable de la tubería y la losa.

El punto de desagüe comprende la instalación, las tuberías y los accesorios de cambio de dirección; que sirven para descargar un aparato sanitario a la red de desagüe, dentro del límite establecido por los muros que conforman el ambiente.

Están incluidos en el punto los accesorios para instalar registros y sumideros, prorrateados entre los puntos. A medida que se instalan los puntos, se colocarán tapones de PVC hasta que se coloquen los aparatos.

No está incluida la instalación de los aparatos, a excepción de la ducha y urinario hechos en obra.

Las cajas de Registro serán de albañilería y se fabricarán de acuerdo a las dimensiones interiores señaladas en planos. Las paredes serán de ladrillo de canto asentados con mezcla 1:4. La caja asentará sobre un solado de concreto 1:8 de 0.10m de espesor. El interior de la caja será tartajeadada con mezcla 1:3, con todas las esquinas redondeadas. El fondo llevará una media caña formada por un tramo de tubo PVC como molde, siendo del diámetro del tubo que sale de la caja, las bermas serán inclinadas con pendientes 1:4. Las tapas serán de concreto armado de dimensiones indicadas en planos.

Los Registros serán de bronce con tapa roscada y asiento con corona, la tapa será engrasada antes de dejarla asentada.

Los sumideros serán de bronce cromado con tapa roscada y ranurada, no se aceptarán con perforaciones o de las denominadas campanas.

#### **Ubicación de puntos**

APARATOS	PUNTO DE AGUA	PUNTO DESAGUE
Inodoro	0.15m. s.n.p.t	0.30m del muro
Lavatorio	0.55m. s.n.p.t	0.50m. s.n.p.t
Urinario	1.20m. s.n.p.t	0.50m. s.n.p.t
Ducha	1.90m. s.n.p.t	Según plano
Lavaderos	1.20m. s.n.p.t	0.50m. s.n.p.t
Válvulas	0.30m. s.n.p.t	-

### Prueba, Desinfección y Certificaciones

**Redes de agua:** Antes de cubrir las tuberías se realizará una primera prueba y luego de cubierta una segunda prueba, las que se harán por tramos y la final de todo el conjunto, al entregar la obra.

La prueba consistirá en llenar las tuberías con agua y con una bomba de mano se levantará la presión hasta 10kg/cm<sup>2</sup> (150lbs/pulg<sup>2</sup>). Se deberá mantener esta presión durante 15 minutos sin que disminuya, de lo contrario se detectarán y harán las reparaciones necesarias hasta obtener una prueba satisfactoria.

Una vez probado un tramo, se mantendrá con agua y a presión hasta el final de la obra.

Una vez probadas las redes, se procederá a desinfectarlas llenándolas lentamente con el agente desinfectante en una proporción de 50 p.p.m de cloro activo, 24 horas después se determinará el cloro residual debiendo alcanzar un valor de 5 p.p.m. de lo contrario se procederá a repetir la operación hasta obtener dicho valor.

**Redes de desagüe:** Las redes exteriores se probarán a zanja abierta y a zanja tapada, por tramos entre cajas de registro; para lo cual se taponarán las tuberías de salida con mezcla yeso – cemento.

Se llenarán el tramo con agua hasta el nivel de tapa de la caja aguas abajo. Se dejará reposar 8 horas, rellenando lo necesario antes de la prueba. Una vez iniciada esta, se esperarán 15 minutos, permitiéndose un descenso de 0.005m como máximo para tuberías de hasta 6". El humedecimiento sin exudaciones, no se considera falla.

Las redes interiores adosadas o empotradas o por ductos se mantendrán llenas de agua por niveles, controlados por tapones provisionales. No se permitirá ningún descenso en el nivel del agua.

Todas las griferías y válvulas serán sometidas a una prueba individual, haciéndoles soportar una presión de 10 kg/cm<sup>2</sup> (150lbs/pulg<sup>2</sup>), durante 15 minutos. De haber fugas se rechazarán las unidades defectuosas; de estas últimas se podrán aceptar las que cambiándoles de empaquetaduras resistan las pruebas.

### **Equipos**

**Para presión de agua:** Se usará equipo hidroneumático con los siguientes elementos:

Dos bombas centrífugas para un gasto de  $Q=3.10$  lt/sg. Y una altura dinámica de 30 m. de columna de agua. El rendimiento mínimo será del 65%.

Un tablero alternador de bombas con las siguientes funciones automáticas:

Arrancar una de las bombas cuando el nivel en el tanque alto sea mínimo.

Alternar el funcionamiento de las bombas.

Impedir el arranque de las bombas cuando falte agua en la cisterna.

Parar la bomba cuando el nivel en el tanque esté al máximo.

Un tablero general para interrumpir la energía al sistema, con fusibles de 35 A

Dos canastillas de 2.1/2" según planos

Dos válvulas check swing de 2"

Dos válvulas de compuerta de 2".

#### **3.1.4 Instalaciones Eléctricas:**

Se ha considerado una carga instalada de 2KW por departamentos

##### **3.1.4.1 Especificaciones Técnicas del suministro de materiales y Equipo:**

###### **Generalidades:**

Las presentes especificaciones técnicas delimitan las características mínimas que deberán cumplir los materiales y los equipos que se suministrarán para la ejecución de la obra, deberán cumplir las siguientes normas:

Código Nacional de Electricidad  
Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas  
Reglamento Nacional de Construcciones.

Las especificaciones de los fabricantes deben seguir estrictamente y pasarán formar parte de estas especificaciones técnicas.

##### **3.1.4.2 Conductores Eléctricos**

Las especificaciones cubren el suministro, fabricación, pruebas y entrega de los conductores de cobre electrolítica de 99.9% de conductibilidad temple sólido del tipo TW, THW unipolares para baja tensión (0.6Kv.) con aislamiento y cubierta individual PVC de las marcas INDECO o PIRELLI.

Los circuitos secundarios no serán instalados en los conductores antes de haberse terminado el enlucido de las paredes y el cielo raso.

Los conductores serán continuos de caja a caja; no permitiéndose empalmes que queden dentro de las tuberías.

Todos lo empalmes se ejecutarán en las cajas y serán eléctricamente y mecánicamente seguras protegiéndose con cinta aislante.

#### **3.1.4.3 Tableros de Distribución**

Los tableros serán del tipo empotrar a muros, construidos en planchas de acero de 1.3 mm (1/16") de espesor con protección lateral y posterior, con puerta frontal de una hoja y con seguro, serán de tres barras de fase y bornera para la conexión a tierra.

Los tableros estarán equipados con interruptores del tipo automático termo magnéticas del tipo NO FUSE para el control de circuitos debiendo emplear unidades bipolares y tripolares de diseño integral con una sola palanca de accionamiento, serán del tipo engrape.

El acabado del tablero deberá incluir dos capas de pintura anticorrosivo color azul o gris amarillado, además medio de refrigeración y ventilación adecuadas prevista para salida y entrada de cables y ser adecuados para su montaje.

Las dimensiones de los tableros serán diseñados en función de la capacidad de carga, adecuadas para la instalación y conexionado de los siguientes materiales y equipos (llaves termo magnéticas de circuitos, conectores de cobre, terminales y cableado), conexionado según el esquema.

Los interruptores serán del tipo bipolar y tripolar de las capacidades de ruptura siguiente:

INTERRUPTOR TENSION	CAP. RUPTURA	
15-100 Amp. 600 V	10KA	Máx.
125-225 Amp. 600 V	32KA	Máx.
250-1000 Amp. 600 V	50KA	Máx.

#### 3.1.4.4 Tuberías PVC-SAP

- . Las tuberías para transporte de conductores eléctricos deberán ser de primera calidad, seleccionados los diámetros mencionados de acuerdo al agrupamiento de conductores y calibres.
- . Las tuberías no deberán alojar mayor número de circuitos de lo establecido en la tabla.
- . Los tubos seleccionados serán del diámetro según sea el caso los mismos contendrán los circuitos de alimentación no mayor de lo permisible.

#### 3.1.4.5 Cajas de Pase

- . Las cajas de pase serán de material metálico o galvanizado pesado cajas estándar, las que servirán para realizar derivaciones y/o empalmes de conductores cuando las condiciones lo requieran.
- . Las cajas de pase serán de dimensiones adecuadamente seleccionadas para alojar cierto número de conductores, cajas que traen en todas o en la mayoría de sus caras perforaciones lista para recibir la tubería que se van a conectar.



#### **3.1.4.9 Puesta a Tierra.**

Se hará mediante una varilla de cobre de 20mm de diámetro de 2.50m de longitud el cual irá hincada en un pozo relleno de tierra cernida según detalle indicado en el plano.

Todos los elementos metálicos sin tensión de los tableros irán conectados a tierra mediante conductores de cobre según se detalla en planos.

#### **3.1.4.10 Control de Iluminación Externa**

La iluminación de pasadizos comunes y escaleras del edificio de vivienda serán controladas desde el tablero de servicios generales mediante un interruptor horario de una fila de contactos simples para 15 A, C.A. 240 V. 60C/s servicio continuo con reserva mecánica de 10 horas de duración y cuya carga será transferido mediante un contactor magnético sin protección de sobrecarga para trabajo de iluminación para 60 c/s, 240V y 30 A.

### **3.2 Proceso Constructivo “Residencial Natalia”**

Es esta parte del informe describiremos los procesos realizados en obra de ambos sistemas y la secuencia de las actividades que se realizaron en ambos sistemas.

#### **Bloque N° 04 “Sistema Estructural de Concreto Armado Dual”**

##### **1.0 Trazo de obra**

El trazo de la planta de cimientos, zapatas se realizó con vallas, determinándose los ejes de los muros, zapatas, columnas y cimientos, se marcó partiendo del eje hacia uno y el otro lado sus respectivas medidas tanto de cimiento como zapatas para posteriormente empezar con la excavación.

##### **2.0 Movimiento de tierra**

La excavación para la cimentación se realizó a una profundidad promedio de 1.50m del N.P.T existente que fue la profundidad a la que se encontró terreno gravoso y en la cual se especificaba una esfuerzo admisible de suelo  $q_{adm} = 4\text{kg/cm}^2$ .

Terminada la excavación se procedió al replanteo de los ejes de las zapatas y cimientos con la finalidad de evitar errores que se fueran a trasladar a los pisos superiores.

La eliminación del desmonte de excavación se realizó con buguis y personal obrero quienes trasladaron el material a eliminar a una distancia promedio de 30 ml del frente de trabajo para su posterior eliminación con cargador y volquete.

### **3.0 Obras de concreto simple**

Una vez concluida la excavación y la eliminación de desmonte procedimos a colocar los salados de las zapatas con concreto  $F'c=100\text{ kg/cm}^2$ , del mismo modo colocamos el concreto ciclópeo para los cimientos corridos, no fue necesario usar encofrado en las cimentaciones corridas.

Para la preparación del concreto usamos una mezcladora de 9p3 de capacidad la cual se colocó cerca de los frentes de trabajo a fin de evitar tiempos muertos.

El concreto de los sobrecimientos se vació posterior al vaciado del concreto armado.

### **4.0 Obras de Concreto Armado**

Para dar inicio a las obras de concreto se culminó con el armado del encofrado de todas las columnas y zapatas, dado que el personal de obra se desempeñaba en los distintos frentes de trabajo tales como encofrado, fierro, vaciado.

Se vaciaron las zapatas tanto de las placas como columnas, cuidando que el vaciado sea de forma continua a fin de evitar juntas o planos débiles dentro de determinadas secciones.



sanitarias. El vaciado de la losa aligerada se realizó con 12 personas distribuidas de la siguiente manera:

- Abastecedor de agregado (2 obreros)
- Maquinista (1)
- Buguero y lampero (1)
- Cargadores de lata (5)
- Vibradora (1)
- Regleador (2)

El procedimiento fue el mismo en los pisos siguientes, es importante indicar que el tiempo de ejecución de las partidas en los pisos superiores se fue incrementando debido al tiempo perdido en el acarreo de los materiales.



**Foto N° 1.** Se aprecia la forma como han sido encofradas las placas y columnas, el uso de los bastidores y barrotes horizontales de 2"x3" de madera tornillo. Es preciso indicar que estos paneles antes de ser utilizados han sido limpiados de cualquier elemento de concreto y posteriormente colocada desmoldante si así lo amerita.



**Foto N°2** Se observa el encofrado el techo aligerado con ladrillo huecos de 15x30x30

## 5.0 Muros y Tabiques

La tabiquería de la distribución de los ambientes se realizó con ladrillos de arcilla kk 18 huecos de dimensiones 24x13x9, el tipo de aparejo usado fue de sogá y la dosificación de mortero usada fue la estipulada en los planos de 1:5 (cemento: arena).

Para el control de las hiladas se usó un escantillón de guía, se cuidó la verticalidad de los muros con el aplomo constante y el espesor de las juntas que fueron de 1.5 cm, en esta partida todo el personal calificado se dedicó al asentado de ladrillo.

El rendimiento en esta partida no fue el adecuado debido al poco espacio manejable en toda el área de asentado. Estos muros de albañilería fueron confinados con columnetas de 15x20 cm.



**Foto N°3** Emplantillado de los muros de albañilería para el asentado respectivo en los ambientes de dormitorio; observándose lo reducido de las ambientes

## 6.0 Revoques y Enlucidos

El tarrajeo tanto en interiores, exteriores y cielorraso en esta bloque se realizó en dos etapas, en la primera se realizó el pañeteo, habiéndose colocado previamente las cintas o maestras encima de las cuales se corrió con la regla, posteriormente se colocó la segunda capa sobre una primera ya endurecida hasta obtener una superficie plana y acabada, dejándose la superficie lista para aplicar la pintura luego de un correcto secado y lijado.

Se realizó el mismo procedimiento sobre las placas de concreto con la diferencia que en este caso se realizó un ligero picado previo de las placas con la finalidad de obtener una suficiente aspereza para obtener la debida ligazón de la mezcla.

Los materiales que se usaron son Cemento y arena fina en una proporción de 1:5. en volumen.

El espesor de enlucido fue de 1.5cm. Para el tarrajeo en exteriores se hizo uso de un andamiaje especial lo cual incrementó el costo y menguó el rendimiento del personal.

En los ambientes de baños se dejó las paredes preparadas para el enchapado con mayólica (rayado primario).



**Foto N°4** Observamos el armado de los andamios para el tarrajeo del cielorraso, que es una partida ejecutada posterior a la albañilería, además del endentado en la propia albañilería

## 7.0 Pisos, Zócalos y Contrazocalos

En el primer nivel se realizó un relleno previo con material seleccionado de excavación la cual se compactó en capas de 15 cm (02 capas), posteriormente se colocó el falso piso de  $e=10$  cm con concreto pobre y contrapiso de  $e=5$  cm. Con 1:5 (cemento : arena).

En el primer piso se colocó como piso acabado el vinílico en los ambientes de sala, comedor, dormitorios excepto en los ambientes de baño y cocina que se colocó mayólica.

En los pisos superiores se colocó parquet Coricaspi en los dormitorios, sala comedor con contrazocalo de parquet y mayólica en baños y kitchenetes con zócalo y contrazocalo de mayólica respectivamente.

El colocado del parquet estuvo a cargo de una subcontratista quienes para iniciar los trabajos exigieron se les entregue los pisos de los departamentos frotachados, perfectamente nivelados y secos.



**Foto n° 5:** En esta foto podemos apreciar el acabado del piso en parquet y cerámico en el kitchenete con contrazocalos de cedro y mayólica respectivamente.

### **8.0 Carpintería de madera.**

Las puertas principales e interiores son contraplacadas en MDF (Médium Density Fiberboard) de 4mm de espesor, siendo las puertas principales del modelo Arial y las interiores Clásicas, los marcos se hicieron con madera Tornillo de espesor 3"x4" altura de 2.10m.

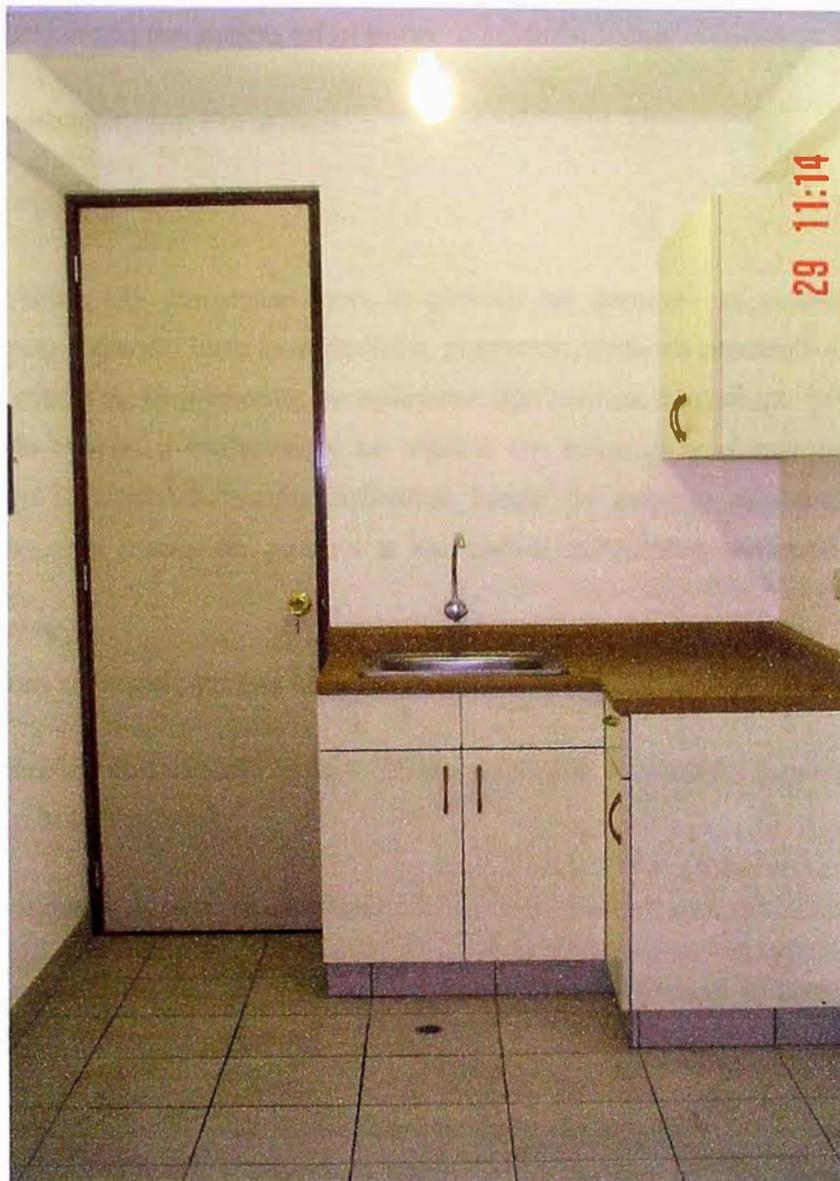
Los trabajos de carpintería se realizaron en la planta del contratistas siendo llevados a obra prepintadas y habilitadas para su colocación, se exigió a la

contratista el uso de plicas de madera tornillo en el contorno de la hoja de puerta para evitar un rápido deterioro de las mismas.

Los muebles de cocina tanto altos y bajos se realizaron de melamine como se muestra en la foto.



**Foto N°6** Trabajos de Carpintería de madera, podemos observar el pintado final que se hacen a las puertas ya que estos llegan a la obra prepintadas, dándose el acabado final antes de ser colocadas, observamos también el detalle de las aplicas que son hechas con la finalidad de proteger el contraplacado de MDF estas aplicas son de madera.



**Foto N°8** En esta foto podemos observar el acabado final de los muebles de cocina en melamine con tableros postformados y tiradores de pvc.

### **9.0 Ventanas, vidrios y cristales.**

Las ventanas son corredizas con perfiles de aluminio PFK de la serie 3130 de la corporación Furukawa, es importante mencionar que se escogió este sistema por ser la serie más cómoda y de rápida colocación.

Vidrio de cristal crudo incoloro de 4mm de espesor en los dormitorios y sala - comedor y vidrio traslucido en el baño.

El subcontratista fue Furukawa.

## **10.0 Pintura**

Antes de comenzar con la pintura se preparó la superficie a pintar, resanando y lijando toda la superficie, posteriormente se procedió a la colocación de una mano de imprimante; se aplicaron dos manos de pintura, sobre la primera mano de muros y cielorrasos se realizó los resanes y masillado necesarios antes de la segunda mano definitiva, luego de secado convenientemente se aplico la otra mano de pintura a los paños completos evitando desmanches parciales.

La pintura de interiores fue látex lavable "Latex Pato"

La pintura en los exteriores fue de látex lavable formulada especialmente para resistir a la intemperie.

## **11.0 Instalaciones Sanitarias**

Instalación de Agua: Que comprende en este caso el abastecimiento de agua fría a los departamentos.

La red de instalación de agua fue colocada debajo del contrapiso habiéndose previamente trazado y colocado las tuberías de las salidas de los puntos de agua en el baño y cocina. El material que se empleó fue tubería y accesorios PVC pesado de la marca Forduit y pegamento Oatey americano.

Para la colocación de las tuberías en los distintos puntos de agua previamente se realizó el picado de la pared de tal forma que la tubería quede embutida en ella.

Antes de realizar el vaciado del contrapiso se realizó el control de las conexiones según especificaciones técnicas a fin de evitar problemas de filtración posteriores.

Es propicio indicar que los departamentos cuentan con un medidor de agua propio lo cual no implica que sean facturados independientemente.

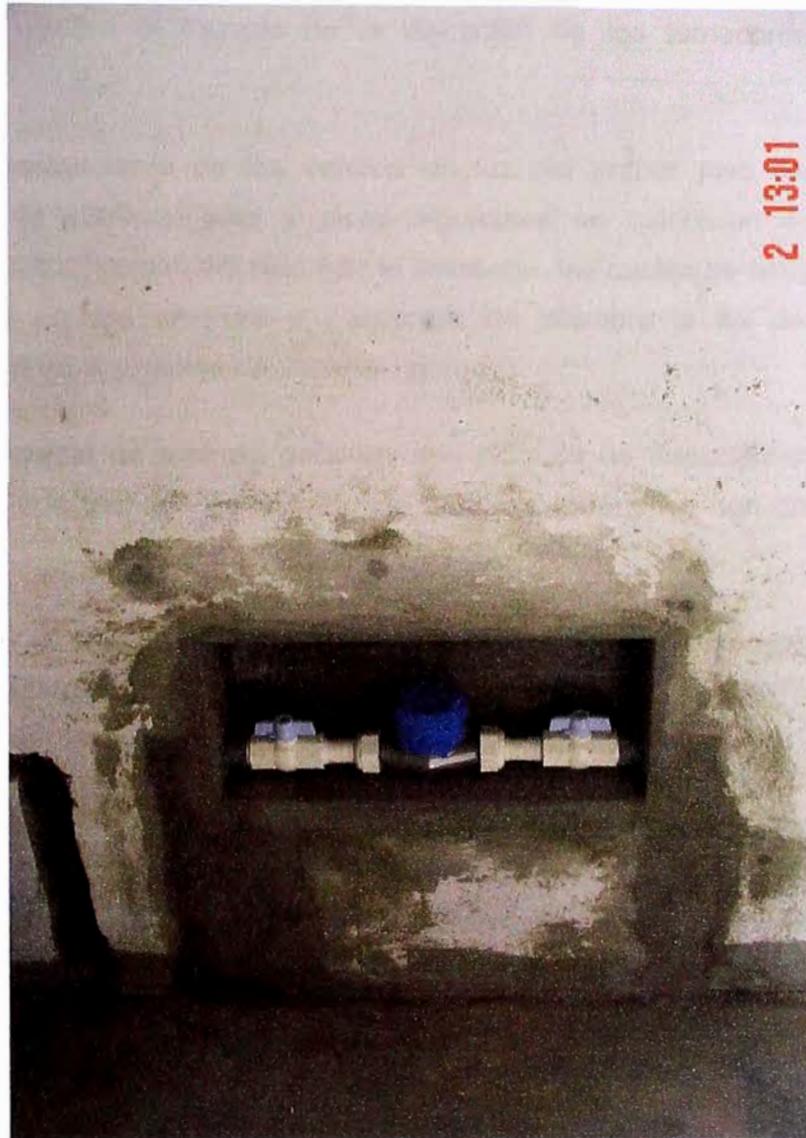
**Instalación de Desagüe:** Que comprende la evacuación de aguas residuales.

Las redes de desagüe se trazaron antes del vaciado de cada losa aligerada de tal forma que quedasen empotradas en ellas.

La montante principal y de ventilación en los departamentos se colocó dentro de una falsa columna a fin de evitar que esta pase por una viga.

La ubicación exacta de los puntos de salida de desagüe para los aparatos sanitarios se realizó en la medida que se avanzaba con los muros de ladrillo.

Una vez concluido los trabajos de enchapado y primera mano de pintura se procedió con el colocado de los aparatos sanitarios.



**Foto N°9** Observamos los medidores de agua que fueron colocados a cada uno de los departamentos

## **12.0 Instalaciones Eléctricas:**

Comprende las instalaciones tanto de alumbrado, tomacorrientes, timbres y otros usos domésticos.

El entubado de los tomacorrientes e ingreso principal de la tubería principal al tablero de distribución en el primer piso se realizó antes de vaciar el contrapiso,

previamente se realizo el trazado de la ubicación de los tomacorrientes y teléfono.

Las cajas y tuberías tanto de los centros de luz del primer piso como los tomacorrientes de segundo piso y pisos siguientes se colocaron sobre el encofrado de techo aligerado del piso que le antecede las cuales se aseguraron con pegamento en las uniones y amarres de alambre a fin de evitar desprendimientos en el proceso de vaciado (vibrado).

La montante principal de energía para los dos bloques de departamentos se colocó adosado a la fachada de este cuarto bloque cubriéndose con una falsa columna.

Antes de realizar el tarrajeo se wincharon todas las tuberías a fin de comprobar si estas fueron obstruidas o no durante el proceso de vaciado, se colocaron las cajas rectangulares en los puntos de salida que se especifica en los planos.

Finalmente se procedió al alambrado tanto de tomacorrientes, interruptores y timbre.

## **Bloque N° 03 “Sistema Estructural de Muros de Ductilidad Limitada”**

### **1.0 Trazo de obra**

Se trasladaron los ejes de los planos de cimentaciones al terreno, el trazado se hizo con vallas, debido a lo angosto del terreno se dificulto que estas permanezcan en el terreno por lo que se trasladaron los ejes principales a las paredes perimétricas para usarlas como maestras y guías en nuestro replanteo.

Los niveles al igual que los ejes se colocaron en las paredes perimétricas, en este caso nuestros niveles fueron muy importantes porque se tenia que determinar el nivel de la falsa zapata y nivel de la cimentación de concreto armado propiamente.

## **2.0 Movimiento de tierra**

Ejecutado el trazo y definida la profundidad de excavación procedimos a ejecutar la excavación de los cimientos y zapatas encontrándonos con algunos problemas en obra como por ejemplo cimentaciones existentes que implicaron mayor tiempo de lo previsto para la excavación.

Los materiales se fueron eliminando del campo de trabajo a medida se iba avanzando esto porque los espacios de trabajos eran muy reducidos para esperar a acumular todo el material de excavación.

La eliminación final del desmonte se realizó con equipo y volquete.

## **3.0 Concreto Simple**

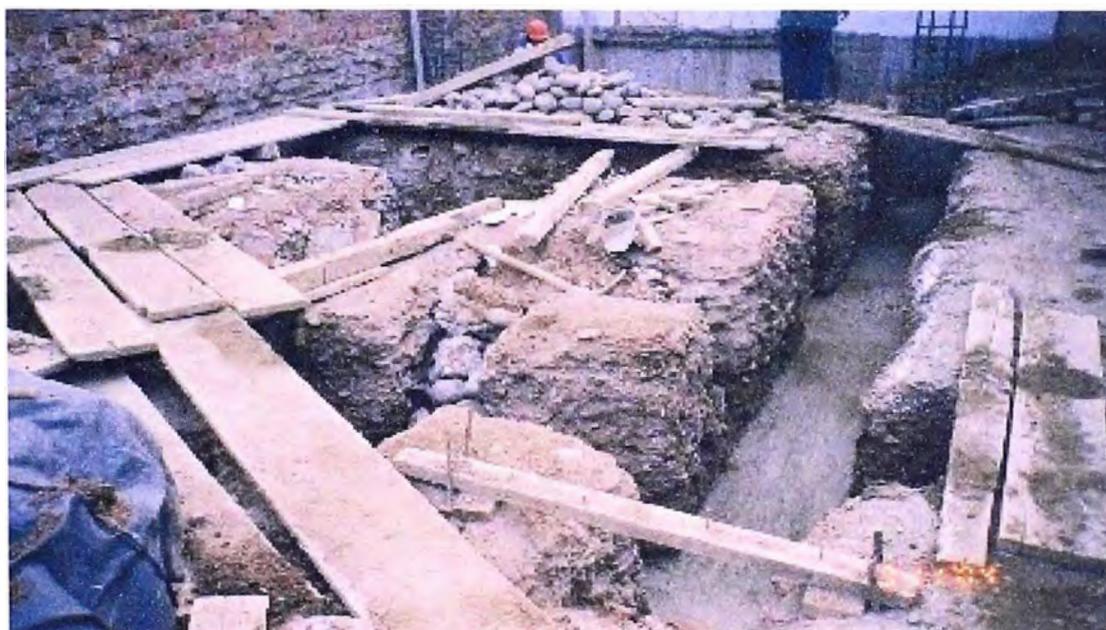
Una vez concluida la excavación y limpieza del terreno se replanteo los trazos especialmente en las zapatas para realizar los vaciados de solado y falso cimiento para la cimentación de las placas; Los falsos cimientos se vaciaron en una altura de 45 cm con concreto pobre, los solados de las zapatas fueron de un  $h = 10$  cm. Con concreto pobre 1:10 (cemento: arena), se colocó las parrillas sobre el solado de las zapatas y levantadas de ella 7.5 cm mediante dados de concreto al igual que para las placas.

Luego procedimos a colocar los fierros especificados en los planos ayudándonos para esto de barrotes de madera.

Para el encofrado de las placas y las columnas se adquirió una cantidad de paneles fenólicos que según sus productores garantizaba una cantidad de usos determinados, lo cual no fue así debido a la falta de cuidado del personal y a la fragilidad de estos paneles. Es importante indicar que estos paneles eran protegidos con desmoldantes de la marca Z (Zlac).



**Foto N°10** Se aprecia la excavación de los cimientos y la acumulación de material excedente que luego serán eliminados por el personal obrero



**Foto N°11** Se aprecia el vaciado del falso cimiento para realizar el trazado de las placas

#### 4.0 Concreto Armado

Las placas de concreto armado lo realizamos en dos etapas, primero los cimientos donde dejamos anclados los fierros del muro, luego procedimos a armar la malla con fe especificado en plano, para posteriormente encofrar con paneles y barrotes a fin de controlar la verticalidad y asegurar contra el empuje del concreto, el control del espesor del concreto ( $e=10\text{cm}$ ) lo hicimos con escantillones de tubos de pvc a través del cual pasamos pernos de una longitud tal que fuese suficiente para asegurar con los largueros horizontales, en nuestro caso trabajamos con longitudes de perno de 60cm -63 cm. Los cuales fueron mandados a preparar en una zona cercana a obra con varillas lisas y roscadas en sus 10cm finales.

El vaciado de las placas se hizo con una mezcla más fluida de proporción 1:2.5:2.5 (cemento:arena:piedra) en volumen, para lo que se tomaron testigos que fueron ensayadas a los 7,14 y 28 días llegando a una resistencia final a los 28 días de 245 kg/cm<sup>2</sup>.

Cabe indicar que es de suma importancia el control de la vibración a fin de evitar cangrejas en los niveles inferiores.

Vaciada las placas y columnas se procedió al encofrado de la losa de 12cm. De espesor, utilizamos los mismos paneles para armar el fondo de losa, cada tres usos se procedía a colocar el desmoldante para evitar la adherencia del concreto al panel, el vaciado de la losa se realizó con el trompito de 9p3 y un winche de dos baldes de 3p3 cada uno. Para cada vaciado de techo se contrataba personal de apoyo.

El uso del curador fue constante inmediatamente se desencofraba las placas y en losa a las 2-3 horas de vaciada.

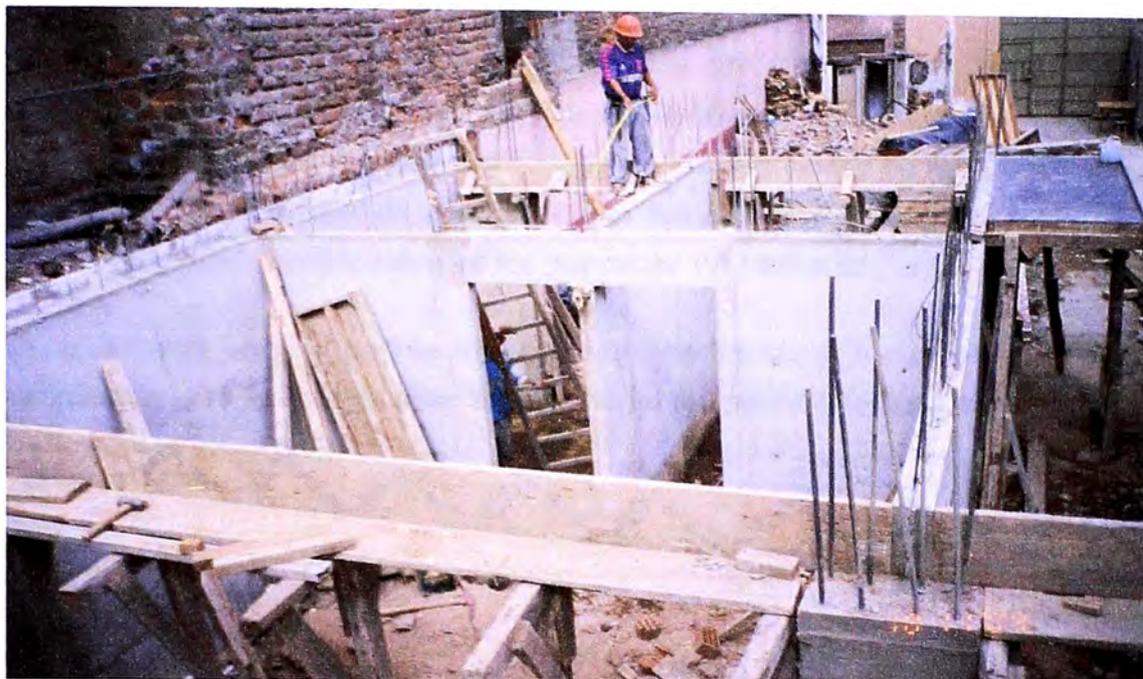
En los pisos superiores el rendimiento en el encofrado de las placas fue menor debido a la altura especialmente en los perímetros o en lados coincidentes con propiedad de terceros.



**Foto N°12** Se puede apreciar al personal realizando el trabajo de enmallado de las placas con fierro de 8mm



**Foto N°13 y N°14** Observamos al personal de obra realizando el encofrado de las placas y losa maciza, en las placas se observa a un operario colocando la caja de distribución que quedará empotrada en la pared.



**Foto n° 15** Vaciado de la losa de 12cm, observamos el enmallado de doble dirección, se puede apreciar también algunas cintas colocadas entre panel y panel con la finalidad de menguar el paso del concreto por las juntas y evitar trabajos adicionales de limpieza.

## 5.0 Muros y Tabiques

En este bloque solo se uso ladrillos de arcilla kk 18 huecos de dimensiones 24x13x9, en los rellenos de ventanas y en el baño de los departamentos debido a que la distribución de los dormitorios se realizó con las placas de 10cm, el tipo de aparejo usado fue de sogá y la dosificación de mortero usada fue la estipulada en los planos de 1:5 (cemento : arena).

El rendimiento en esta partida se vio menguada debido a la pequeña área de asentado que a su vez ocasiono el incremento del porcentaje de desperdicio de las unidades de albañilería.



**Foto N°16** En esta foto podemos apreciar los trabajos de albañilería como tabiquería

## 6.0 Revoques y Enlucidos

En este bloque se tarrajearon los ambientes de baño, exteriores e interiores en el área de la tabiquería, en todo el ambiente interior se decidió por

el empastado lo cual incluía el cielorraso, para el efectos de proceder al empastado se tuvo que limpiar las paredes de las rebabas del concreto con una amoladora que fue bastante rápido posteriormente se procedió al lijado para luego realizar el empastado con los siguientes materiales: Yeso, Imprimante y selladora.

La elección del empastado se tomó en el camino debido a que el tarrajeo significaba picar las paredes para garantizar la adherencia del concreto lo cual era una partida laboriosa.

El empastado significó un atractivo para los clientes y sobretodo los costos fueron menores que un tarrajeo.



**Foto N° 17** Tarrajeo de las superficies exteriores

## **7.0 Pisos, Zócalos y Contrazocalos**

Al igual que el cuarto bloque se necesitó un relleno previo que en este caso se realizó con afirmado el cual fue preparado para su colocación en capas de 15cm y compactadas con una plancha compactadora, posteriormente se colocó el falso piso de 10cm con concreto pobre y contrapiso de 5cm listo para recibir el parquet.

El parquet usado en todos los departamentos fue el Coriscaspi oscuro que fue ambientado previamente en el terreno por un espacio de tres semanas para evitar se levante posteriormente.

El trabajo de colocado, canteado de parquet estuvo a cargo de la contratista.

### **8.0 Carpintería de madera.**

Los acabados de los dos bloques tanto el tercero como el cuarto bloque fueron los mismos en cuanto a puertas y muebles de cocina.

### **9.0 Ventanas, vidrios y cristales.**

Al igual que el cuarto bloque las ventanas son corredizas con perfiles de aluminio PFK de la serie 3130 de la corporación Furukawa.

### **10.0 Pintura**

La diferencia respecto al cuarto bloque estriba en las paredes empastadas; para el pintado de estas paredes se procedió al lijado de las mismas con lijas sumamente finas (lijas de agua) dejando la superficie muy fina y suave sobre la cual se colocó una mano de selladora para luego proceder a el pintado tradicional.

### **11.0 Instalaciones Sanitarias**

En cuanto a la instalación de agua el procedimiento fue el mismo que en el bloque cuatro. Instalación de Desagüe: En cuanto al desagüe debido al espesor de la losa esta ya no podía quedar embutida en ella, se optó por tener los baños en desnivel es decir los baños de todos los departamentos estaban 15 cm. más arriba que nivel de sala – comedor y dormitorios, en cuanto a la montante principal y la tubería de ventilación se procedió del mismo modo que el bloque cuatro es decir se usó una falsa columna.

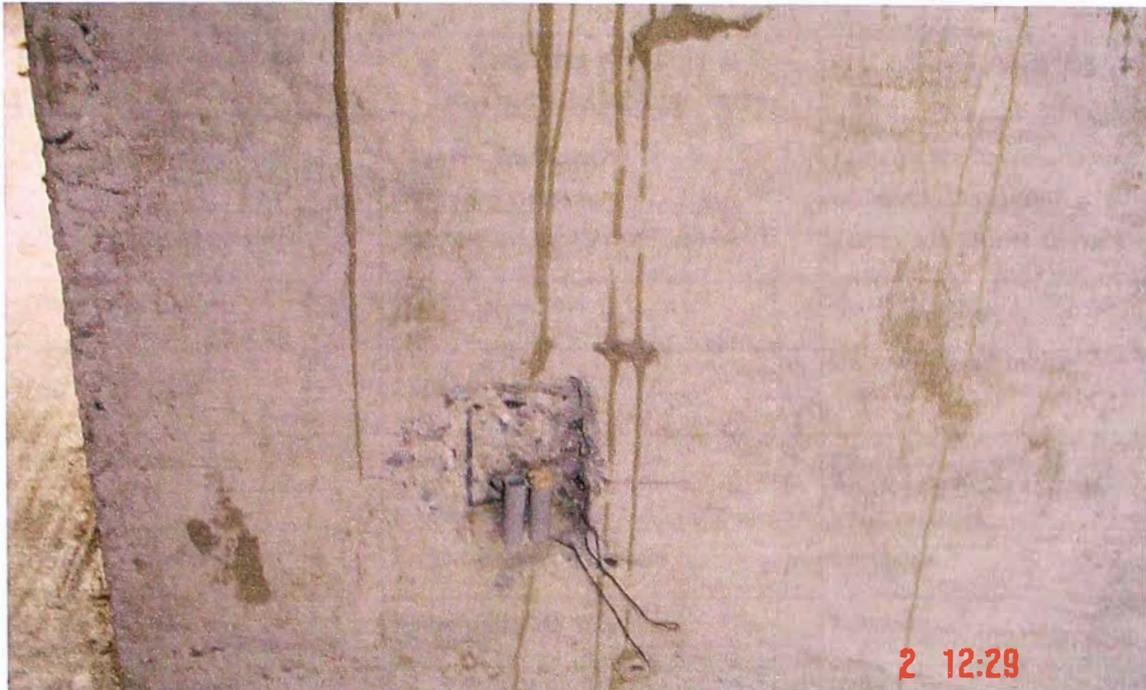


**Foto N°18** Se observa el desnivel necesario que se tuvo que trabajar en los baños para empotrar los tubos de 4"

## 12.0 Instalaciones Eléctricas

Comprende las instalaciones tanto de alumbrado, tomacorrientes, timbres y otros usos domésticos.

La diferencia respecto al proceso constructivo del cuarto bloque consiste en lo siguiente: las cajas de los teléfonos, tomacorrientes e interruptores que iban embutidas en las placas tenían que ser colocadas dentro del encofrado asegurándose las caja con clavos y los tubos con alambre hacia la cara del encofrado correspondiente, en este proceso se tuvo algunos inconvenientes a la hora de winchar los puntos de energía debido a que muchos de ellos habían sido obstruidos o rotos por el proceso de vibrado y la falta de cuidado del personal encargado del mismo.



**Foto N° 19** En esta foto se puede apreciar los problemas que ocasiona un falta de cuidado en las labores de vibrado debido a que en este caso se obstruyo la caja rectangular que en ella estaba.

## CUADRO COMPARATIVO DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Item	Partidas	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada	Sistema Dual
1.00	Cimientos	Zapatas Aisladas Cimiento Corrido	Zapata Combinada, Aislada, Cimiento Corrido
2.00	Sobrecimientos	Solo en Vanos (Ventanas)	Todos los Muros Divisorios
3.00	Falsopisos	De 4" Concreto 1:10 (C:A)	De 4" Concreto 1:10 (C:A)
4.00	Zapatas	Zapatas Aisladas	Zapatas Combinada, Aislada
5.00	Placas	Placas de 10cm , Representan el 80% de edificación	Placas de 15 cm, 25 cm Representan el 15% de edificación
6.00	Columnas	En extremos de placas	Pórticos
7.00	Vigas	Principales de 25x40 cm.	Pórticos
8.00	Losa Maciza	Losa Maciza de 12 cm.de espesor	-
9.00	Losa Aligerada	-	Losa Aligerada de 20 cm de espesor
10.00	Muros de Albañilería	En vanos y Baños	En todos los muros divisorios
11.00	Revoques y Enlucidos	Empastado y Tarrajeado	Tarrajeado
12.00	Cielorrasos	Empastado	Tarrajeado
13.00	Pisos	Acabado frotachado, Parquet	Acabado frotachado, Parquet
14.00	Carpintería de Madera	Puertas y Muebles de Cocina	Puertas y Muebles de Cocina
15.00	Carpintería Metálica	Ventanas de Aluminio	Ventanas de Aluminio
16.00	Cerrajería	Cerrajería Aluminizada	Cerrajería Aluminizada
17.00	Pintura	Pintura Latex Lavable	Pintura Latex Lavable
18.00	Inst. Sanitarias	Instalaciones empotradas en piso y pared	Instalaciones empotradas en piso y pared
19.00	Inst. Eléctricas	Empotradas en piso y pared	Empotradas en piso y pared

### **Aportes para una mejor ejecución de obra:**

El fin principal de una obra de esta naturaleza es terminar la obra en la fecha programada o lo mas antes posible convirtiendo procesos holgados en críticos, para lograr el mayor beneficio para la empresa traducidos en términos económicos y de calidad.

Existen un sin número de factores que ayudan a lograr los propósitos como por ejemplo:

Personal idóneo en obra, que trabaje en un ambiente de motivación y guiados por profesionales capaces de resolver problemas.

Búsqueda constante de mejoras en los procesos constructivos ayudados por herramientas tecnológicas.

Organización adecuada en cuanto a abastecimientos de materiales.

Así como existen herramientas que mejoran la realización de los procesos constructivos existen también factores que no contribuyen a un buen desarrollo como por ejemplo:

Mano de obra incapaz o mano de obra no especializada, cada tarea debe contar con una cuadrilla especializada en ella, de lo contrario los rendimientos no serán los esperados.

La falta de motivación del personal debido al mal trato de los profesionales o a la falta de pagos oportunos.

La falta de organización en el desarrollo de las tareas que podría ocasionar aglomeración de personal en áreas pequeñas de trabajo que conlleva a un bajo rendimiento.

En este proyecto se cometieron errores en la medida que el proyecto comenzó a depender de la liquidez que podría generar la venta de los departamentos, es en función a esto en que los departamentos se fueron

culminando (total de acabados) ocasionando problemas sobretodo en los ventanas y paredes debido a que estas se venían manchando constantemente por el concreto de los pisos superiores.

No es esta la forma correcta de llevar un proyecto dado que antes de iniciar las obras se debe garantizar la liquidez hasta la culminación del proyecto y no depender de lo que pudiera suceder en el camino.

### **Ventajas y Desventajas de los Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada:**

**Ventajas:** Rapidez Constructiva lo que se puede traducir en economía, este tipo de sistema es muy rápido de construir si se cuenta con un equipo calificado (personal adiestrado) para la partida de encofrado y sobretodo si se puede contar con encofrados metálicos en obra.

**Desventajas:** Poca acústica y baja termosidad por la esbeltez de sus muros, estos dos puntos son desventajas significativas para los clientes por lo que en la mayoría de casos opta por un Sistema tradicional o conocido que le ofrece mayor garantía.

Otro de los problemas que se viene observando respecto al Sistema de Muros de Ductilidad Limitada son las fisuras por contracción de fragua que hace que el cliente termine por desconfiar de estos tipos de sistemas constructivos.

# **CAPITULO IV**

## **Planeamiento y Programación de Obra**

La planificación y la programación de obras de construcción consiste en ordenar la realización de todas las actividades que son parte del proceso de construcción, siendo el objetivo principal racionalizar las actividades del proceso constructivo, evitando conflictos en el proceso y disminuyendo riesgos.

Para efectos de este proyecto “**Residencial Natalia**”, se realizó el planeamiento desde el planeamiento estratégico hasta el planeamiento Operativo.

En el planeamiento Estratégico se definió como principal objetivo alcanzar la venta total de los departamentos en un plazo de año y medio como máximo a partir del inicio de ejecución de las obras para de esta manera reinvertir el capital en un proyecto similar en la zona de Magdalena del Mar de 48 departamentos para lo cual se contaba con la propiedad del terreno. En función a este objetivo se realizó para la obra un análisis de costos y presupuesto del proyecto y determinar los precios de venta de los 38 departamentos y 07 estacionamientos de tal forma que fuesen competitivos para el mercado tanto en costo como en calidad. Se determinó el plazo de ejecución de la obra en un periodo de 10 meses elaborándose para ello una programación de obra por el método Gantt. Determinándose las tareas críticas y frentes de trabajo mas relevantes a fin de cumplir los plazos fijados.

### **4.1 Planeamiento y programación de obra “Sistema de muros de ductilidad limitada”**

En este bloque realizamos un planeamiento endógeno debido a que se manejaba un área reducida para la realización de los frentes de trabajos, se sectorizó las zonas de trabajo en zonas de fierreteria, zonas de mantenimiento de encofrado y almacenamiento de las mismas debido a que no se podía tener un almacén grande dentro ni fuera de obra para este fin, zona de almacenamiento de agregados y área de equipos.

Se trató en lo posible de proporcionar una infraestructura mínima para el desarrollo adecuado del proyecto de tal forma que existiese un control sobre los materiales y personal dentro de obra.

En la medida que la obra se fue desarrollando fueron surgiendo problemas de liquidez que motivaron la paralización de obra en dos oportunidades y con ello la ruptura del planeamiento y programación de obra ya que se tuvo que reducir el personal de obra y trabajar con un personal básico que imposibilitaba lograr el cumplimiento de obra en el plazo fijado.

Realizamos la programación de obra en función al rendimiento de mano de obra y metrados para obtener las duraciones de las partidas principales y predecesoras a fin de realizar su programación por el método de Gantt, donde se propone las partidas según el orden de ejecución vinculándose las partidas sucesoras y predecesoras de tal manera que se pueda establecer el inicio de cada una de las actividades y el control del proyecto.

Debido a que nos fue imposible seguir con el control de la programación en obra es que para efecto de este informe se realiza un programación para este bloque con tiempos de inicio similar al bloque 3 ya que el objetivo principal es determinar los tiempos de ejecución entre uno y otro sistema.

Los resultados son los siguientes:

### **Sistema de muros de Ductilidad Limitada**

**Construcción de 10 departamentos Bloque N° 03**

**Nivel de construcción: Casco tarrajado**

**Programación por el método Gantt.**

**Fecha de Inicio : 30 de Junio del 2004**

**Fecha de culminación: 04 de Octubre del 2004**

**Tiempo de ejecución : 03 meses y 5 días**

A continuación se presenta la programación de los 10 departamentos en esquema de resumen.



## 4.2 Planeamiento y programación de obra “Sistema Dual”

El concepto que se maneja para ambos bloques es el mismo dado que nos encontramos con el mismo personal de obra que cumple un determinado rendimiento por cada proceso y el terreno y arquitectura de edificación son las mismas.

Para este caso al igual que el anterior se obtuvo las duraciones de las partidas principales y predecesoras a fin de realizar la programación por el método Gantt. La programación en ambos casos se realizó hasta el nivel de casco tarrajado dado que los acabados finales e Instalaciones Eléctricas y Sanitarias son los mismos para ambos bloques.

### Sistema de Dual

Construcción de 10 departamentos del **Bloque N°4**

Nivel de construcción: Casco tarrajado

Programación por el método Gantt.

Fecha de Inicio : 30 de Junio del 2004

Fecha de culminación: 15 de Octubre del 2004

Tiempo de ejecución : 03 meses y 16 días

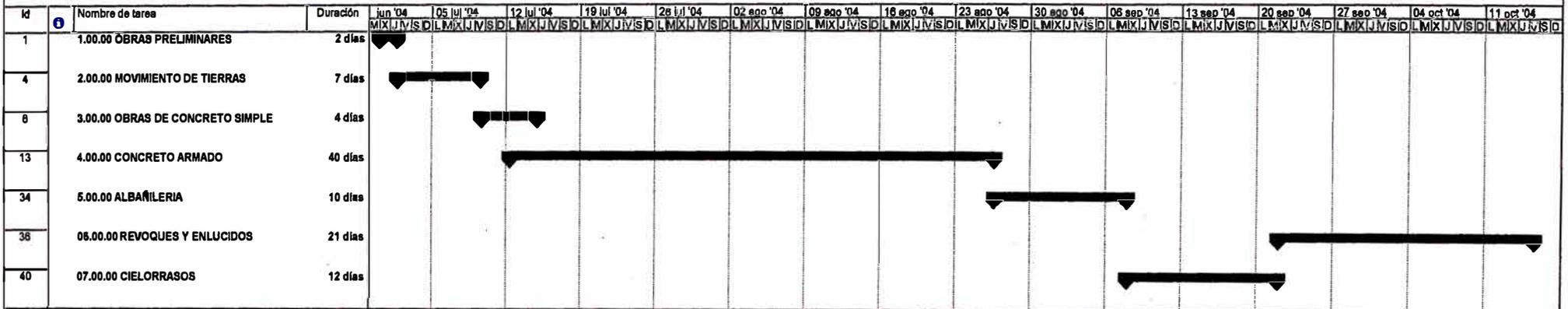
### Cuadro comparativo en tiempos de ejecución

construcción de 10 departamentos cada uno, en ambos sistemas

Nivel de construcción: casco tarrajado

<b>Bloque 3:</b> Sistema de muros de Ductilidad Limitada	Fecha de Inicio: 30 de Junio del 2004 Fecha de Termino: 04 de Octubre del 2004 Tiempo de ejecución: 03 meses y 05 días
<b>Bloque 4:</b> Sistema Dual	Fecha de Inicio 30 de Junio del 2004 Fecha de Termino: 15 de Octubre del 2004 Tiempo de ejecución: 03 meses y 16 días

SISTEMA DUAL



Proyecto: RESIDENCIAL NATALIA  
Fecha: 10/08/04

Tarea		Resumen		Progreso resumido		Resumen del proyecto	
Progreso		Tarea resumida		División		Agrupar por síntesis	
Hito		Hito resumido		Tareas externas			

# **CAPITULO V**

## Análisis de costos y Presupuestos

En este capítulo realizaremos un análisis de costo a nivel de costo directo de cada bloque de construcción y la incidencia de cada una en el proyecto total.

### COSTO TOTAL DEL PROYECTO

1.0 Costo Del terreno	\$100,000.00
2.0 Costo de alcabala y abogados	\$5,000.00
3.0 Gastos de Elab. Del proyecto	\$7,500.00
4.0 Gastos administrativos (Licencia, Notariales, contables, Prom. y Vent.)	\$15,000.00
<b>5.0 Costo Directo de Edificación</b>	<b>\$348,000.00</b>
6.0 Gastos Generales	\$41,760.00
7.0 IGV	\$ 80,000.00
<b>Total del Proyecto</b>	<b>\$597,260.00</b>

### 5.1 Análisis de Costos y presupuestos del Sistema de Muros de Ductilidad Limitada

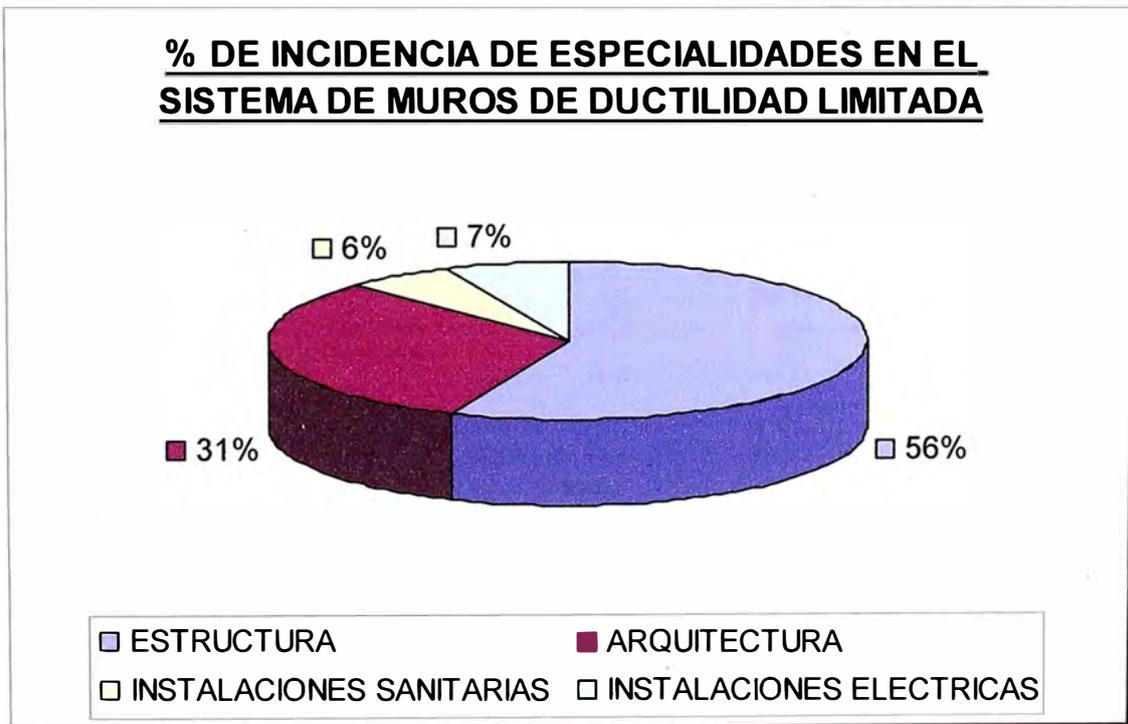
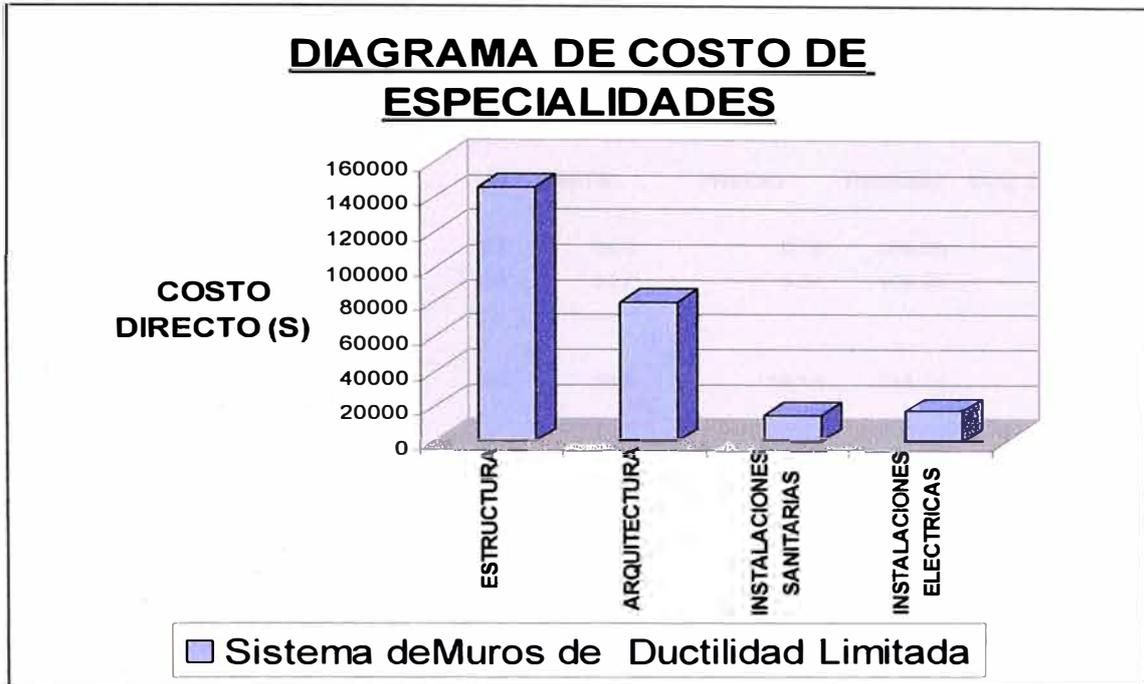
Sabemos que las especialidades tanto de estructuras como arquitectura son representativas en un proyecto es por ello que analizamos de manera detallada dichas especialidades sin dejar de presentar las especialidades de instalaciones Eléctricas y Sanitarias.

Resumen de costos directos de especialidades:

	Costo Directo	Sub. total
<b>Estructura</b>	S/145,843.76	
<b>Arquitectura</b>	S/79,963.35	
<b>Instalaciones Sanitarias</b>	S/14990.4	
<b>Instalaciones Eléctricas</b>	S/17,485.61	<b>S/. 258,283.12=\$ 79,471.70</b>

Podemos de este análisis determinar el % de incidencia de cada especialidad en la edificación:

	% De incidencia en el cost. T.	Costo / m2 de edificación
<b>Estructura</b>	<b>56.5%</b>	S/348.23
<b>Arquitectura</b>	<b>31.0%</b>	S/191.00
<b>Instalaciones Sanitarias</b>	<b>5.8%</b>	S/35.75
<b>Instalaciones Eléctricas</b>	<b>6.7%</b>	S/41.29
		<b>S/616.27=\$189.62</b>



## EDIFICIO MULTIFAMILIAR "RESIDENCIAL NATALIA"

**PRESUPUESTO: ESTRUCTURAS**  
**PROPIETARIO: INMOBILIARIA E INVERSIONES**  
**NATALIA S.A**  
**UBICACIÓN: JR. SAN PEDRO 843-845**  
**SURQUILLO**

ITEM	DESCRIPCION	UN	METR.	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL
<b>01.00.00</b>	<b>Obras Preliminares</b>						
01.01.00	Trazo y Replanteo	m2	84.0	2.25	189.00		
01.02.00	Limpieza de terreno manual	m2	84.0	1.54	129.36		318.36
<b>02.00.00</b>	<b>Movimiento de Tierra</b>						
02.01.00	Excavación para cimientos hasta 1.40 m terreno normal	m3	39.6	18.15	718.74		
02.02.00	Relleno con material de prestamo	m3	24.0	20.88	501.12		
02.03.00	Eliminación de material excedente hasta 30mt. Con carretilla	M3	20.0	10.56	211.20		1431.06
<b>03.00.00</b>	<b>Concreto Simple</b>						
03.01.00	Cimiento corrido mezcla 1:10 cemento hormigon + 30% piedra	m3	18.0	130.13	2342.34		
03.04.00	Solado para zapatas	m2	2.4	15.27	36.65		2378.99
<b>04.00.00</b>	<b>Concreto Armado</b>						
04.01.00	Zapatas						
04.01.01	Concreto para zapatas f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.5	267.47	401.21		
04.01.02	Acero para zapatas grado 60	kg	24.0	3.54	84.96		
04.01.03	Encofrado y desenc. Zapatas	m2	5.5	36.26	199.43	685.60	
04.02.00	Placas						
04.02.01	Concreto para placas f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	77.1	305.77	23587.10		
04.02.02	Acero grado 60 para placas	kg	4800.0	3.54	16992.00		
04.02.03	Encofrado y desenc. Placas caravista	m2	1180.0	43.11	50869.80	91448.90	
04.03.00	Columnas						
04.03.01	Concreto en columnas f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>	m3	3.2	284.71	911.07		
04.03.02	Acero grado 60 para columnas	kg	625.0	3.54	2212.50		
04.03.03	Encofrado y desenc. Caravista colum.	m2	16.0	43.11	689.76	3813.33	
04.04.00	Vigas						
04.04.01	Concreto en vigas f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>	m3	14.5	281.87	4087.12		
04.04.02	Acero grado 60 en vigas	kg	1800.0	3.54	6372.00		
04.04.03	Encofrado y desenc. En vigas	m2	90.0	39.37	3543.30	14002.42	
04.05.00	Losa Maciza						
04.05.01	Concreto en losa maciza	m3	47.0	278.56	13092.32		
04.05.02	Acero grado 60 en losa maciza	kg	2530.0	3.54	8956.20		
04.05.03	Encofrado y desencofrado carav.	m2	390.0	35.5	13845.00	35893.52	145843.76
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (S/.)</b>							<b><u>145843.76</u></b>

**EDIFICIO MULTIFAMILIAR "RESIDENCIAL NATALIA"**

PRESUPUESTO: ARQUITECTURA

PROPIETARIO: INMOBILIARIA E INVERSIONES NATALIA S.A

UBICACIÓN: JR. SAN PEDRO 843-845 SURQUILLO

ITEM	DESCRIPCION	UN	METR.	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL
01.00.00	<b>Albañilería</b>						
01.01.00	Muro de soga ladrillo kk	m2	270.0	26.28	7095.60		7095.60
02.00.00	<b>Revoques Enlucidos y Mulduras</b>						
02.01.00	Tarrajeo de tipo rayado o primario c/mortero 1:5	m2	53.5	11.67	624.35		
02.02.00	Tarrajeo Interior c/mortero 1:5	m2	167.5	13.88	2324.90		
02.03.00	Empastado de interiores	m2	726.5	5.00	3632.50		
02.03.00	Tarrajeo Exterior c/mortero 1:5	m2	225.0	20.12	4527.00		10484.40
03.00.00	<b>Cielorrasos</b>						
03.01.00	Cielorraso empastado	m2	374.0	6.00	2244.00		2244.00
04.00.00	<b>Pisos y Pavimentos</b>						
04.01.00	Contrapiso de 48mm	m2	364.4	19.03	6934.53		
04.02.00	Falso piso de 4" concreto 1:10	m2	71.4	25.35	1809.99		
04.03.00	Piso ceramico de mayolica	m2	55.2	32.95	1818.84		
04.04.00	Piso de parquet Coricaspi	m2	303.2	28.43	8619.98		19183.34
05.00.00	<b>Contrazocalo</b>						
05.01.00	Contrazocalo de Cedro	ml	338.0	7.67	2592.46		
05.02.00	Contrazocalo de Mayolica	ml	45.4	7.92	359.57		2952.03
06.00.00	<b>Zocalo</b>						
06.01.00	Zocalo de Mayolica	m2	67.2	31.11	2090.59		2090.59
07.00.00	<b>Carpintería de Madera</b>						
07.01.00	Puertas Contraplacadas en MDF	un	44.0	179.85	7913.40		
07.02.00	Mueble de cocina en melamine	ml	16.0	390.79	6252.64		14166.04
08.00.00	<b>Carpintería Metalica</b>						
08.01.00	Ventanas de aluminio						
08.01.01	Ventanas de aluminio PFK Sistema 3130	m2	60.8	132.45	8058.26		8058.26
09.00.00	<b>Cerrajería</b>						
09.01.00	Bisagra capuchina de 3 1/2"x3 1/2"	pza	132.0	5.02	662.64		
09.02.00	Cerradura para puerta principal	pza	10.0	25.90	259.00		
09.03.00	Cerradura para puerta de baño	pza	10.0	23.90	239.00		
09.04.00	Cerradura puerta interior	pza	24.0	24.90	597.60		1758.24
10.00.00	<b>Pintura</b>						
10.01.00	Pintura al temple en cielorraso	m2	370.0	4.32	1598.40		
10.02.00	Pintura latex en muros interiores	m2	880.3	9.00	7922.70		
10.03.00	Pintura latex en muros exteriores	m2	225.0	10.71	2409.75		11930.85
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (S/.)</b>						<b>79963.35</b>	

**EDIFICIO MULTIFAMILIAR "RESIDENCIAL NATALIA"**

**PRESUPUESTO: INSTALACIONES SANITARIAS**

PROPIETARIO: INMOBILIARIA E INVERSIONES NATALIA S.A

UBICACIÓN: JR. SAN PEDRO 843-845 SURQUILLO

ITEM	DESCRIPCION	UN	METR.	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL
01.00.00	<b>Sistema de Desague</b>						
01.01.00	Salida de PVC SAL de 2"	pto	30	48.37	1451.10		
01.02.00	Salida de PVC SAL de 4"	pto	10	50.40	504.00		
01.03.00	Salida de ventilacion 2"	pto	10	40.14	401.40		
01.04.00	Tuberia de PVC SAL 2"	m	90	12.07	1086.30		
04.05.00	Tuberia de PVC SAL 4"	m	60	15.53	931.80		
01.06.00	Codo PVC SAL 2X45°	pza	30	11.41	342.30		
01.07.00	Codo PVC SAL 2X90°	pza	40	11.18	447.20		
01.08.00	Codo PVC SAL 4X90°	pza	10	15.42	154.20		
01.09.00	Yee de 2"	pza	40	8.50	340.00		
01.10.00	Tee sanitaria de 4"	pza	10	21.00	210.00		
01.11.00	Sombrero de ventilación 2"	pza	10	7.13	71.30	5939.60	
02.00.00	<b>Sistema de Agua Fria</b>						
02.01.00	Salida de agua fria 1/2"	pto	40	63.53	2541.20		
02.02.00	Red de distribución 1/2"	ml	60	8.13	487.80		
02.03.00	Red de distribución 3/4"	ml	30	15.12	453.60		
02.04.00	Valvula esférica de 1/2"	pza	10	39.31	393.10	3875.70	9815.30
03.00.00	<b>Aparatos y accesorios sanitarios</b>						
03.01.00	Inodoro tanque bajo de color	pza	10.0	180.00	1800.00		
03.02.00	Lavatorio de pedestal	pza	10.0	90.00	900.00		
03.03.00	Lavadero de cocina de acero.	pza	10.0	80.00	800.00		
03.04.00	Duchas cromadas de cabeza giratoria	pza	10.0	49.46	494.60		
03.05.00	Colocacion de aparato	pza	30.0	39.35	1180.50		5175.10
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (S/.)</b>						<b><u>14990.4</u></b>

**PRESUPUESTO: INSTALACIONES ELECTRICAS**

ITEM	DESCRIPCION	UN	METR.	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL
01.00.00	<b>Salidas y cajas</b>						
01.01.00	Salida de techo con cable AWG TW 2.5MM	pto	59	47.74	2816.66		
01.02.00	Salida para tomacorriente bipolar doble	pto	65	41.49	2696.85		
01.03.00	Salida de fuerza para cocina	pto	10	52.89	528.9		
01.04.00	Salida para timbre	pto	10	39.09	390.9	6433.31	
02.00.00	<b>Canalizaciones y/o tuberias</b>						
02.01.00	Tuberia pvc sap d=3/4"	ml	850	5.54	4709		
02.02.00	Tuberia pvc sap d=1"	ml	60	7.68	460.8	5169.8	
03.00.00	<b>Tablero e Interruptores</b>						
03.01.00	Tablero de dist. 12 polos	pza	10	71.27	712.7		
03.02.00	Interruptor Termomagnetico 2x30 A	pza	10	40	400		
03.03.00	Interrp. Termomag. 2x20A	pza	10	35	350		
03.04.00	Interrp. Termomag. 2x15A	pza	10	30	300	5882.5	17485.61
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (S/.)</b>						<b><u>17485.61</u></b>

## 5.2 Análisis de Costos y presupuestos del sistema Dual

Al igual que en el anterior caso analizamos las tres especialidades pero teniendo como especialidades de mayor incidencia al de Estructuras y Arquitectura.

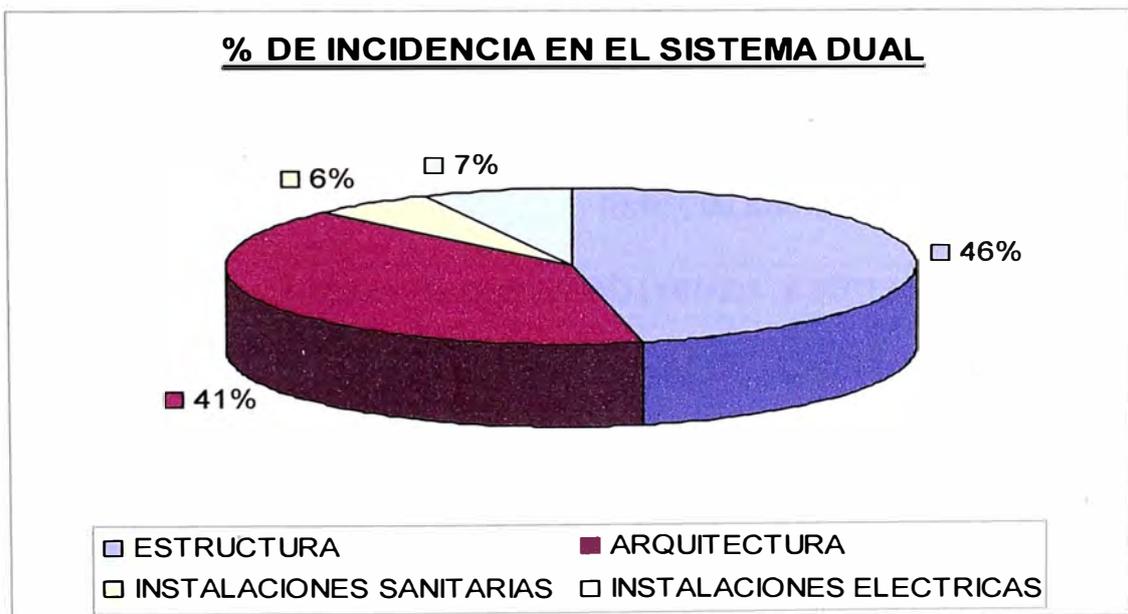
Resumen de costos directos de especialidades:

	Costo Directo	Sub total
<b>Estructura</b>	S/117,957.13	
<b>Arquitectura</b>	S/102,638.27	
<b>Instalaciones Sanitarias</b>	S/14990.4	
<b>Instalaciones Eléctricas</b>	S/17,485.61	<b>SI. 253,071.41= \$77,868.13</b>

% de incidencia de cada especialidad en la edificación:

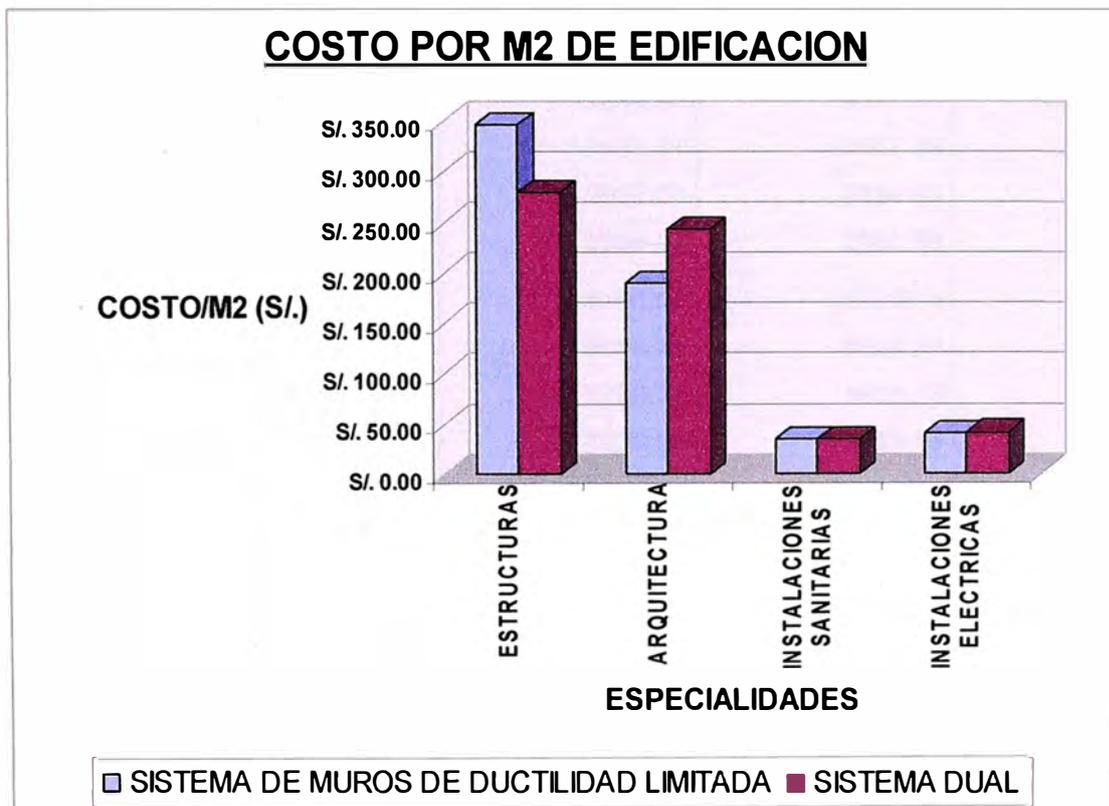
	% De incidencia en el cost. T.	Costo / m2 de edificación
<b>Estructura</b>	<b>46.60%</b>	S/280.79
<b>Arquitectura</b>	<b>40.56%</b>	S/244.39
<b>Instalaciones Sanitarias</b>	<b>5.92%</b>	S/35.67
<b>Instalaciones Eléctricas</b>	<b>6.92%</b>	S/41.70
		<b>SI.602.55=\$185.40</b>

T.C. 3.25



## Cuadro comparativo entre ambos sistemas

	<u>Sistema de Ductilidad Limitada(Costo/m2)</u>	<u>Sistema dual (Costo/m2)</u>	<u>%Incidencia costo directo del proyecto (m2)</u>	
<b><u>Estructuras</u></b>	S/348.23	S/280.79	53.58%	43.2%
<b><u>Arquitectura</u></b>	S/191.00	S/244.39	29.38%	37.60%
<b><u>Inst. Sanitarias</u></b>	S/35.75	S/35.67	5.5%	5.49%
<b><u>Inst. Eléctricas</u></b>	S/41.29	S/41.70	6.35%	6.41%



## CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS

Item	Descripción	Sistema de Muros de Ductilidad Limitada (S/.)	Sistema Dual (S/.)	Diferencia (S/.)
1.00.00	Obras Preliminares	318.36	318.36	0.00
2.00.00	Movimiento de Tierra	1431.06	1355.87	75.19
3.00.00	Concreto Simple	2378.99	3951.22	1572.23
4.00.00	Concreto Armado	<b>145843.76</b>	<b>112331.68</b>	33512.08
5.00.00	Albañilería	<b>7095.60</b>	<b>15032.16</b>	7936.56
6.00.00	Revoques y Enlucidos	<b>10484.40</b>	<b>18302.65</b>	7818.25
7.00.00	Cielorrasos	2244.00	9047.06	6803.06
8.00.00	Pisos y Pavimentos	19183.34	18927.98	255.36
9.00.00	Contrazocalo	2952.03	2884.83	67.20
10.00.00	Zócalo	2090.59	2090.59	0.00
11.00.00	Carpintería de Madera	14166.04	14525.74	359.70
12.00.00	Carpintería Metálica	8058.26	8058.26	0.00
13.00.00	Cerrajería	1758.24	1838.16	79.92
14.00.00	Pintura	11930.85	11930.85	0.00
15.00.00	Instalaciones Sanitarias	14990.40	14990.40	0.00
16.00.00	Instalaciones Eléctricas	17485.61	17485.61	0.00
<b>Total</b>		<b>262411.53</b>	<b>253071.42</b>	<b>9340.11</b>

### **5.3 Control de obra del sistema de muros de ductilidad limitada y sistema dual**

El control de la obra se daba en la medida que así lo permitía el constructor dado que debido a las paralizaciones era difícil lograr cumplir una programación, sin embargo las medidas correctivas se fueron dando en obra a fin de acercarnos más a la programación de obra.

En ambos sistemas se tuvo mayor control sobre la partida de encofrado dado que esta tarea era muy importante para el desarrollo del proyecto, se fue controlando el avance físico de la obra en función al programado, reprogramándose la obra hasta en dos oportunidades.

**EDIFICIO MULTIFAMILIAR "RESIDENCIAL NATALIA"**

**PRESUPUESTO: ESTRUCTURAS**

**PROPIETARIO: INMOBILIARIA E INVERSIONES NATALIA S.A**

**UBICACIÓN: JR. SAN PEDRO 843-845 SURQUILLO**

ITEM	DESCRIPCION	UN	METR.	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL
<b>01.00.00</b>	<b>Obras Preliminares</b>						
01.01.00	Trazo y Replanteo	m2	84.0	2.25	189.00		
01.02.00	Limpieza de terreno manual	m2	84.0	1.54	129.36		<b>318.36</b>
<b>02.00.00</b>	<b>Movimiento de Tierra</b>						
02.01.00	Excavación para cimientos hasta 1.40 m terreno normal	m3	49.2	18.15	892.98		
02.02.00	Relleno con material propio	m3	31.5	7.99	251.69		
02.03.00	Eliminación de material excedente hasta 30mt. Con carretilla	M3	20.0	10.56	211.20		<b>1355.87</b>
<b>03.00.00</b>	<b>Concreto Simple</b>						
03.01.00	Cimiento corrido mezcla 1:10 cemento hormigon + 30% piedra	m3	19.5	130.13	2537.54		
03.02.00	Concreto sobrecimiento de 1:8 cem: hor. +25 p. med. Ancho=.15m.	m3	2.7	181.8	481.77		
03.03.00	Encofrado y desencofrado sobrec.	m2	35.0	20.3	710.50		
03.04.00	Solado para zapatas	m2	14.5	15.27	221.42		<b>3951.22</b>
<b>04.00.00</b>	<b>Concreto Armado</b>						
04.01.00	Zapatas						
04.01.01	Concreto para zapatas $f_c=210\text{kg/cm}^2$	m3	10.0	267.47	2674.70		
04.01.02	Acero para zapatas grado 60	kg	307.4	3.54	1088.20		
04.01.03	Encofrado y desenc. Zapatas	m2	14.5	36.26	525.77	4288.67	
04.02.00	Placas						
04.02.01	Concreto para placas $f_c=210\text{ kg/cm}^2$	m3	9.1	305.77	2782.51		
04.02.02	Acero grado 60 para placas	kg	520.0	3.54	1840.80		
04.02.03	Encofrado y desenc. Placas caravista	m2	208.0	43.11	8966.88	13590.19	
04.03.00	Columnas						
04.03.01	Concreto en columnas $f_c=210\text{kg/cm}^2$	m3	29.0	284.71	8256.59		
04.03.02	Acero grado 60 para columnas	kg	4925.0	3.54	17434.50		
04.03.03	Encofrado y desenc. Caravista colum.	m2	304.0	43.11	13105.44	38796.53	
04.04.00	Vigas						
04.04.01	Concreto en vigas $f_c=210\text{kg/cm}^2$	m3	26.0	281.87	7328.62		
04.04.02	Acero grado 60 en vigas	kg	3500.0	3.54	12390.00		
04.04.03	Encofrado y desenc. En vigas	m2	180.0	39.37	7086.60	26805.22	
04.05.00	Losa Aligerada						
04.05.01	Concreto en losas aligeradas	m3	38.0	278.56	10585.28		
04.05.02	Acero grado 60 en losas aligerdas	kg	1470.0	3.54	5203.80		
04.05.03	Encofrado y desencofrado	m2	300.0	28.82	8646.00		
04.05.04	Ladrillo para techo 15x30x30	un	3200.0	1.38	4416.00	28851.08	<b>112331.68</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (SI.)</b>						<b><u>117957.13</u></b>

**EDIFICIO MULTIFAMILIAR "RESIDENCIAL NATALIA"**

PRESUPUESTO: ARQUITECTURA

PROPIETARIO: INMOBILIARIA E INVERSIONES NATALIA S.A

UBICACIÓN: JR. SAN PEDRO 843-845 SURQUILLO

ITEM	DESCRIPCION	UN	METR.	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL
01.00.00	<b>Albañilería</b>						
01.01.00	Muro de soga ladrillo kk	m2	572.0	26.28	15032.16		15032.16
02.00.00	<b>Revoques Enlucidos y Mulduras</b>						
02.01.00	Tarrajeo de tipo rayado o primario c/mortero 1:5	m2	53.5	11.67	624.35		
02.02.00	Tarrajeo Interior c/mortero 1:5	m2	947.5	13.88	13151.30		
02.03.00	Tarrajeo Exterior c/mortero 1:5	m2	225.0	20.12	4527.00		18302.65
03.00.00	<b>Cielorrasos</b>						
03.01.00	Cielorraso con mezcla 1:5	m2	374.0	24.19	9047.06		9047.06
04.00.00	<b>Pisos y Pavimentos</b>						
04.01.00	Contrapiso de 48mm	m2	364.4	19.03	6934.53		
04.02.00	Falso piso de 4" concreto 1:10	m2	71.4	25.35	1809.99		
04.03.00	Piso ceramico de mayolica	m2	55.2	32.95	1818.84		
04.04.00	Piso de parquet Coricaspi	m2	247.2	28.43	7027.90		
04.05.00	Piso vinilico Pisopak	m2	62.0	21.56	1336.72		18927.98
05.00.00	<b>Contrazocalo</b>						
05.01.00	Contrazocalo de Cedro	ml	278.0	7.67	2132.26		
05.02.00	Contrazocalo de Mayolica	ml	45.4	7.92	359.57		
05.03.00	Contrazocalo de Vinil	ml	60.0	6.55	393.00		2884.83
06.00.00	<b>Zocalo</b>						
06.01.00	Zocalo de Mayolica	m2	67.2	31.11	2090.59		2090.59
07.00.00	<b>Carpintería de Madera</b>						
07.01.00	Puertas Contraplacadas en MDF	un	46.0	179.85	8273.10		
07.02.00	Mueble de cocina en melamine	ml	16.0	390.79	6252.64		14525.74
08.00.00	<b>Carpintería Metalica</b>						
08.01.00	Ventanas de aluminio						
08.01.01	Ventanas de aluminio PFK Sistema 3130	m2	60.8	132.45	8058.26		8058.26
09.00.00	<b>Cerrajería</b>						
09.01.00	Bisagra capuchina de 3 1/2"x3 1/2"	pza	138.0	5.02	692.76		
09.02.00	Cerradura para puerta principal	pza	10.0	25.90	259.00		
09.03.00	Cerradura para puerta de baño	pza	10.0	23.90	239.00		
09.04.00	Cerradura puerta interior	pza	26.0	24.90	647.40		1838.16
10.00.00	<b>Pintura</b>						
10.01.00	Pintura al temple en cielorraso	m2	370.0	4.32	1598.40		
10.02.00	Pintura latex en muros interiores	m2	880.3	9.00	7922.70		
10.03.00	Pintura latex en muros exteriores	m2	225.0	10.71	2409.75		11930.85
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (S/.)</b>						<b><u>102638.27</u></b>

**PRESUPUESTO: INSTALACIONES SANITARIAS**  
PROPIETARIO: INMOBILIARIA E INVERSIONES NATALIA S.A  
UBICACIÓN: JR. SAN PEDRO 843-845 SURQUILLO

ITEM	DESCRIPCION	UN	METR.	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL
<b>01.00.00</b>	<b>Sistema de Desague</b>						
01.01.00	Salida de PVC SAL de 2"	pto	30	48.37	1451.10		
01.02.00	Salida de PVC SAL de 4"	pto	10	50.40	504.00		
01.03.00	Salida de ventilacion 2"	pto	10	40.14	401.40		
01.04.00	Tuberia de PVC SAL 2"	m	90	12.07	1086.30		
04.05.00	Tuberia de PVC SAL 4"	m	60	15.53	931.80		
01.06.00	Codo PVC SAL 2X45°	pza	30	11.41	342.30		
01.07.00	Codo PVC SAL 2X90°	pza	40	11.18	447.20		
01.08.00	Codo PVC SAL 4X90°	pza	10	15.42	154.20		
01.09.00	Yee de 2"	pza	40	8.50	340.00		
01.10.00	Tee sanitaria de 4"	pza	10	21.00	210.00		
01.11.00	Sombrero de ventilación 2"	pza	10	7.13	71.30	5939.60	
<b>02.00.00</b>	<b>Sistema de Agua Fria</b>						
02.01.00	Salida de agua fria 1/2"	pto	40	63.53	2541.20		
02.02.00	Red de distribución 1/2"	ml	60	8.13	487.80		
02.03.00	Red de distribución 3/4"	ml	30	15.12	453.60		
02.04.00	Valvula esférica de 1/2"	pza	10	39.31	393.10	3875.70	9815.30
<b>03.00.00</b>	<b>Aparatos y accesorios sanitarios</b>						
03.01.00	Inodoro tanque bajo de color	pza	10.0	180.00	1800.00		
03.02.00	Lavatorio de pedestal Lavadero de cocina de acero	pza	10.0	90.00	900.00		
03.03.00	inox.	pza	10.0	80.00	800.00		
03.04.00	Duchas cromadas de cabeza giratoria	pza	10.0	49.46	494.60		
03.05.00	Colocacion de aparato	pza	30.0	39.35	1180.50		5175.10
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (S/.)</b>						<b><u>14990.4</u></b>

**PRESUPUESTO: INSTALACIONES ELECTRICAS**

ITEM	DESCRIPCION	UN	METR.	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL
<b>01.00.00</b>	<b>Salidas y cajas</b>						
01.01.00	Salida de techo con cable AWG TW 2.5MM	pto	59	47.74	2816.66		
01.02.00	Salida para tomacorriente, doble	pto	65	41.49	2696.85		
01.03.00	Salida de fuerza para cocina	pto	10	52.89	528.9		
01.04.00	Salida para timbre	pto	10	39.09	390.9	6433.31	
<b>02.00.00</b>	<b>Canalizaciones y/o tuberias</b>						
02.01.00	Tuberia pvc sap d=3/4"	ml	850	5.54	4709		
02.02.00	Tuberia pvc sap d=1"	ml	60	7.68	460.8	5169.8	
<b>03.00.00</b>	<b>Tablero e Interruptores</b>						
03.01.00	Tablero de dist. 12 polos	pza	10	71.27	712.7		
03.02.00	Interruptor Termo magnético	pza	10	40	400		
03.03.00	Interrp. Termomag. 2x20A	pza	10	35	350		
03.04.00	Interrp. Termomag. 2x15A	pza	10	30	300	5882.5	17485.61
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (S/.)</b>						<b><u>17485.61</u></b>

## RESUMEN

El presente informe “Estudio Comparativo de una Edificación Entre El Sistema de Muros de Ductilidad Limitada y El Sistema Dual”, se realiza tomando como elemento de aplicación la construcción del edificio multifamiliar “Residencial Natalia” que se localiza en el Distrito de Surquillo del Departamento de Lima, la cual consta de 38 departamentos y 07 estacionamientos distribuidos en cuatro bloques de 05 pisos cada una, para efectos del presente estudio se tomaron 02 bloques denominados Bloque 4 correspondiente al Sistema Dual y Bloque3 correspondiente al Sistema de Muros de Ductilidad Limitada, debido a que solo se tiene construido estos dos bloques que tienen en total 20 departamento de 49m<sup>2</sup> y 35 m<sup>2</sup>.

En este estudio comparativo se hace mención de los antecedentes del proyecto y los motivos que llevaron a realizar una edificación con dos tipos de sistemas estructurales constructivos, se describe de forma general las especificaciones del proyecto así como su proceso constructivo.

Se da un alcance de un marco teórico que sirve de ayuda para un mejor entendimiento de los sistemas del cual se hace mención.

El análisis se centra básicamente en el aspecto económico lográndose determinar una serie de cuadros comparativos entre especialidades de uno y otro sistema constructivo que nos permite ver de forma clara las partidas críticas en costos y tiempo de los sistemas en mención.

En cuanto al planeamiento y programación de obra se presenta un planeamiento básicamente endógeno debido a la serie de problemas que se suscitaron en obra, respecto a la programación se realizó una programación teórica de obra dado que los tiempos de ejecución reales no se pudieron controlar debido a una falta de liquidez del empresario constructor.

Finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones obtenidas del presente estudio las cuales son parte del mismo.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

**1.0** La diferencia básica entre ambos sistemas es la calidad de los muros, en el Sistema Dual el 80% de los muros son de albañilería y un 20% son los muros de corte y pórticos, en el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada el 80% de los muros son de concreto armado de un espesor de 10cm y el 20% lo representan las tabiquerías de albañilería.

**2.0** En cuanto a los techos, el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada contempla también el uso de Losa Aligerada, pero en nuestro caso el diseño se realizó con losa maciza de 12cm.

**3.0** Los acabados tanto de empastado como tarrajeo en el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada dependerá de la elección del propietario y de la calidad de encofrado que se haya realizado tanto en muros como en cielorraso.

**4.0** En cuanto a tiempos de ejecución el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada es menor frente al Sistema Dual en 11 días.

**5.0** En el sistema de Muros de Ductilidad Limitada la especialidad de Estructura y Arquitectura representan el 56% y 31% de incidencia del costo del proyecto respectivamente.

**6.0** En el Sistema Dual la variación de % de incidencia de la especialidad de Estructuras frente al de Arquitectura es de 5% a diferencia del Sistema de Muros de Ductilidad Limitada que es de 25%.

**7.0** En el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada el costo por /m<sup>2</sup> de edificación es de \$189.62 lo cual es mayor al Sistema Dual que tiene un costo/m<sup>2</sup> de edificación de \$185.40

**8.0** Debido a las áreas reducidas en los ambientes interiores los rendimientos del personal fueron menor sobretodo en las partidas de albañilería y tarrajeo.

**9.0** Los desperdicios en la partida de albañilería fueron en el orden de 12% debido a las áreas reducidas de asentado.

**10.0** La solución respecto a los problemas ocasionados por las tuberías de 4" que no pueden ser embutidas en la losa o paredes es posible darlas con falsas columnas ya sea internas o externas o con DRYWALL que es como se viene trabajando en muchos edificaciones, también es posible crear niveles sobre todo en los baños como fue el caso nuestro.

**11.0** Respecto al personal de obra es importante contar con personal especializados en encofrado dado que es esta la partida crítica de los Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada.

**12.0** El empastado de las placas como acabado final brinda a la edificación un atractivo especial para el cliente por la fineza de su acabado frente al tarrajeo.

**13.0** En edificaciones donde el área de desarrollo de procesos son reducidas se debe realizar una programación adecuada a fin de evitar agrupamientos de personal que conllevan a un bajo rendimiento.

**14.0** De los resultados obtenidos en ambos Sistemas tanto en costos como tiempo no podemos inferir que un sistema sea mejor que el otro dado que las diferencias en este proyecto de 5 pisos no son sustanciales:

Diferencia en costos entre Sistema de Ductilidad Limitada frente a Sistema Dual es: S/9340.41 Nuevos Soles.

La diferencia en Tiempo del Sistema Dual frente al Sistema de Ductilidad Limitada es de 11 días.

## **RECOMENDACIONES**

**1.0** Es recomendable realizar las mallas de los muros del Sistema de Ductilidad Limitada con fierros dúctiles debido a que ofrecen mejor respuesta frente a eventos sísmicos.

**2.0** Es importante realizar el mantenimiento constante de los paneles para el encofrado, de esta manera se garantizará la cantidad de usos y un adecuado acabado de muros (caravista).

**3.0** En cuanto al concreto preparado in situ se recomienda que para este tipo de placas se realice un diseño de mezcla con un slump mayor de 4" debido a que se requiere mezclas de mayor fluidez para así evitar cangrejas en las zonas inferiores de las placas.

**4.0** Se debe tener cuidado a la hora de vibrar el concreto sobretodo en las placas de 10cm debido a que en muchas de ellas van adosadas los sistemas de instalaciones eléctricas que podrían obstruirse y ocasionar partidas adicionales.

**5.0** Frente a departamentos que hoy en día se vienen construyendo bajo el programa MIVIVIENDA donde la mayoría de ellos son de áreas pequeñas es que se busca maximizar espacios es por ello que existe una alternativa económica de elementos de tabiquería que son los denominados placas P7 silico calcareos que ofrecen garantía y seguridad y que son recomendables para este tipo de viviendas.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.0 Suplemento Técnico del grupo constructivo ..... Edición 30  
Año 2001
- 2.0 Fundamentos de Programación, Calidad total y seguridad total de obras  
civiles  
..... Ing. Walter Rodríguez C.  
Año 2000
- 3.0 Normas Peruanas para el diseño de edificios con muros de concreto de  
ductilidad limitada ..... Colegio de Ingenieros del Perú  
Año 2004
- 4.0 Formulación y Actualización de Costos de la Construcción.  
..... Colección del Ingeniero Civil  
Año 1998
- 5.0 Manual Básico del Ingeniero Residente en Edificaciones  
..... Jesús Ramos Salazar
- 6.0 Competitividad en la Industria de la Construcción  
..... Ing. José Félix Valdez
- 7.0 Tesis "Análisis comparativo en procesos constructivos programación y costos  
unitarios de cinco capillas de Costa y sierra"  
..... Juan Rodríguez M., año 2000
- 8.0 Reglamento Nacional de Construcciones  
..... Cámara peruana de Construcción  
Año 2002
- 9.0 Norma E-060 Concreto Armado  
..... Colegio de Ingenieros del Perú

## **10.0 Paginas Web**

[www.capeco.org](http://www.capeco.org)

[www.construcción.org.pe](http://www.construcción.org.pe)

[www.asocem.org.pe](http://www.asocem.org.pe)

[www.minvi.gob.pe](http://www.minvi.gob.pe)

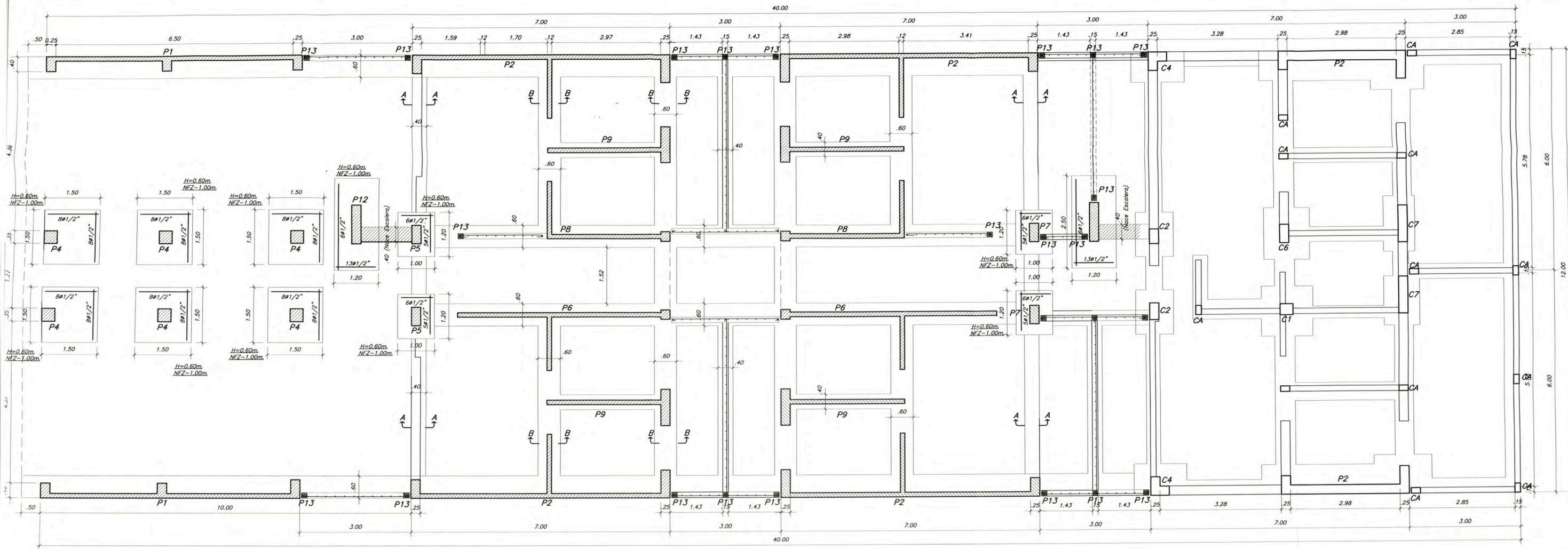
## **ANEXO 1**

**1.0 Planos de Estructuras “Residencial Natalia” – (04)**

**2.0 Planos de Arquitectura “Residencial Natalia”**

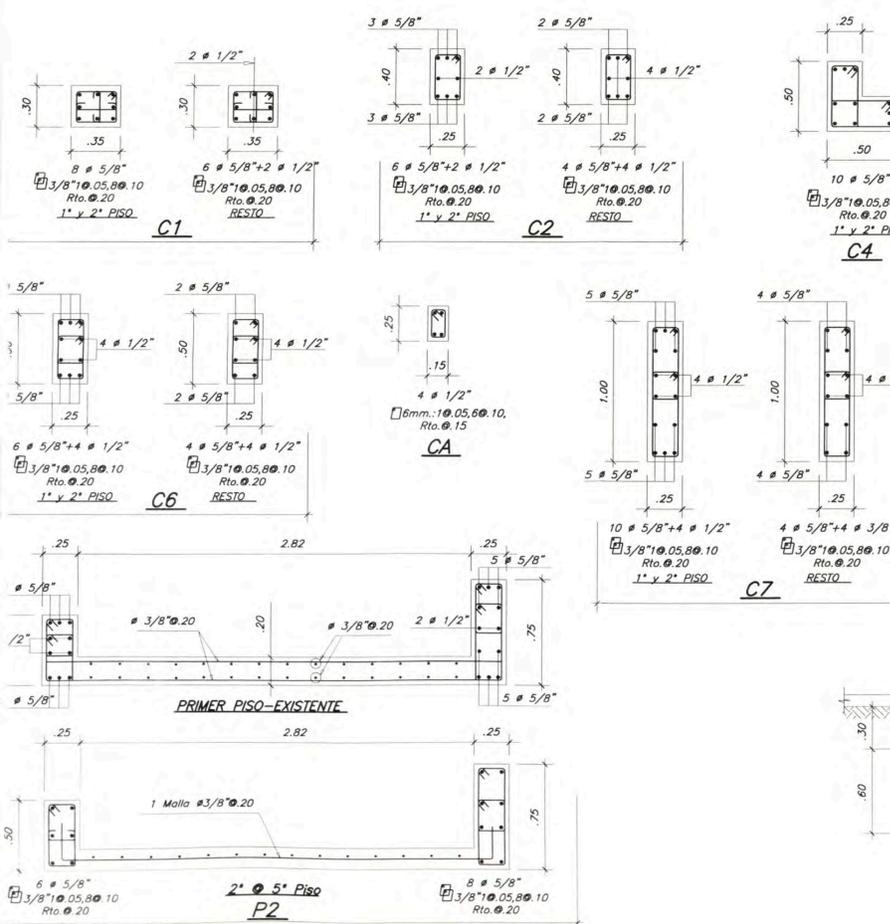
**- Primer Piso**

**- Piso Típico**

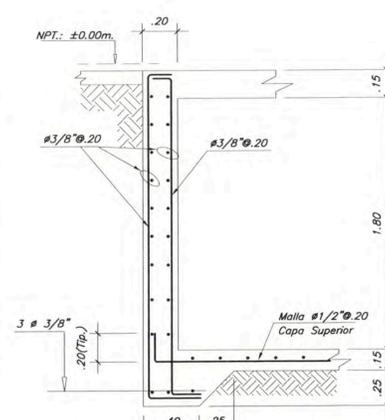
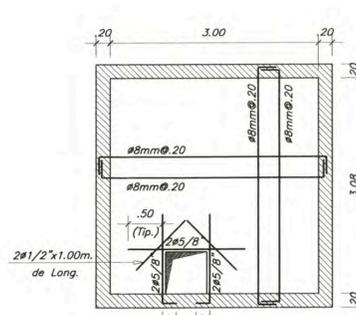


**PLANTA DE CIMENTACION**  
ESCALA 1/50

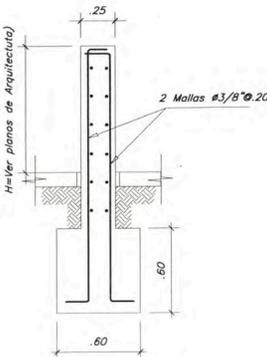
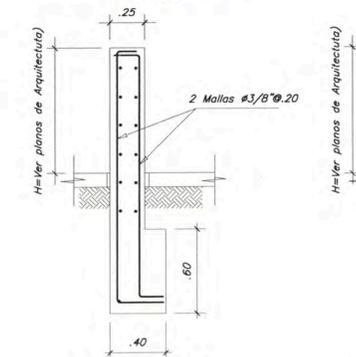
NOTA.-PARA EL TRAZO DE CIMENTACION VER PLANOS DE ARQUITECTURA



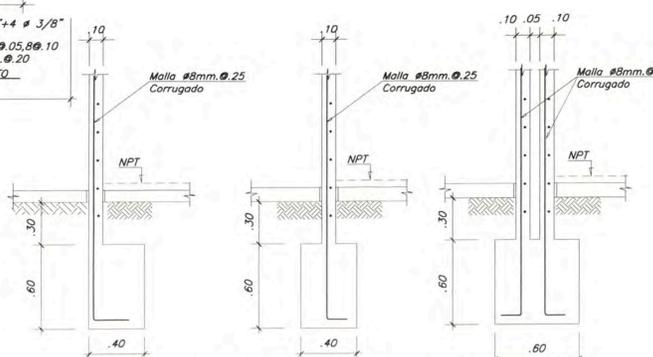
**TAPA DE CISTERNA**  
Esc. 1/50 (Losa-e=0.15m.)



**MURO DE CISTERNA**  
ESCALA 1/25



**DETALLES DE CIMENTOS CORRIDOS**  
Escala 1:25



RECUBRIMIENTOS:

Vigas chatas	2.0 cm.
Escaleras	2.0 cm.
Muros	2.0 cm.
Losas	2.0 cm.
Vigas de Cimentacion	7.5 cm.

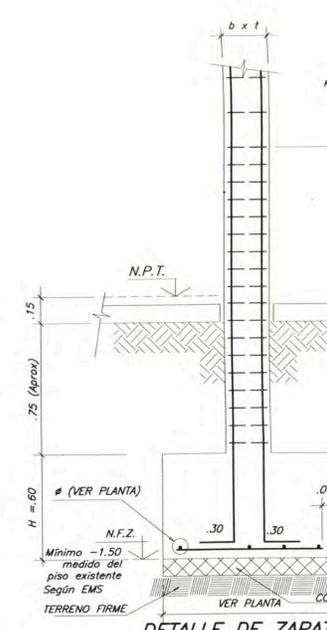
$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

$p = 4.00 \text{ Kg/cm}^2$

Según EMS Elaborado por CMA Ings Consultores Junio 2004

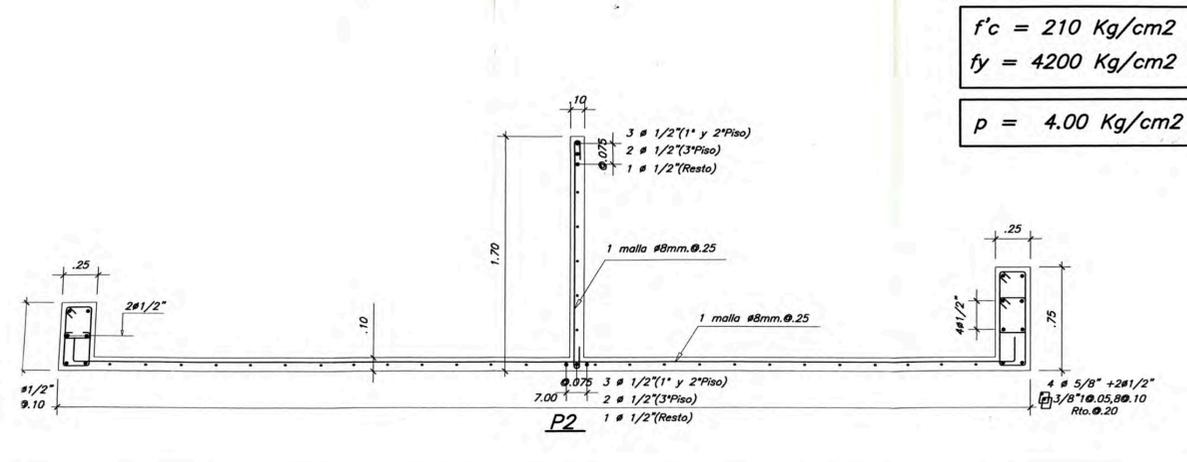
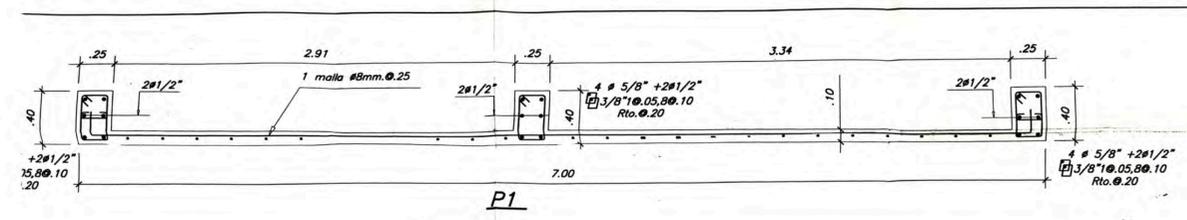
NORMA E-050 DE SUELOS Y CIMENTACIONES  
RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION  
TIPO DE CIMENTACION : ZAPATAS AISLADAS + COMBINADAS  
ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACION : SUELO GRAVOSO  
PARAMETROS DE DISEÑO  
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION : INDICADA, MIN. 1.50m. DEBAJO DEL NPT  
FACTOR DE SEGURIDAD : 3  
ASENTAMIENTO : DESPRECIABLE  
AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION : DESPRECIABLE, USAR CEMENTO TIPO I

PARAMETROS SISMICOS	
Z	0.40 Zona 3/ Lima
S	1.00 Suelo Gravoso
Tp	0.40 Suelo Gravoso
U	1.00 Edificio Vivienda
Ryy	4.00 Muros de Concreto Armado
Rxx	4.00 Muros de Concreto Armado
DESPLAZAMIENTOS (cm)	
Desplaz. Relativo Mdx. Admisible	1.82
Desplazamiento de Entrepiso d x-x	0.30
Desplazamiento de Entrepiso d y-y	0.65
Desplazamiento Azotea d x-x	1.35
Desplazamiento Azotea d y-y	3.01

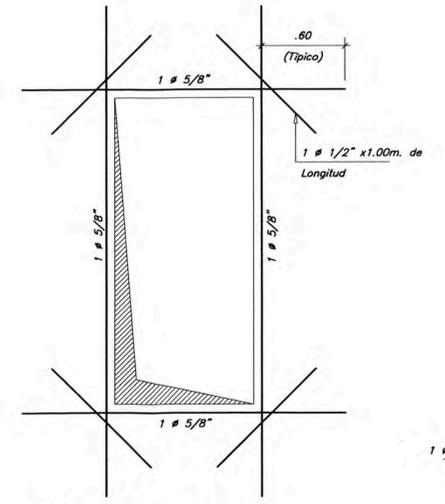
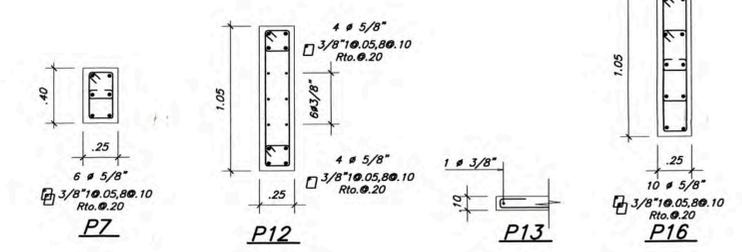
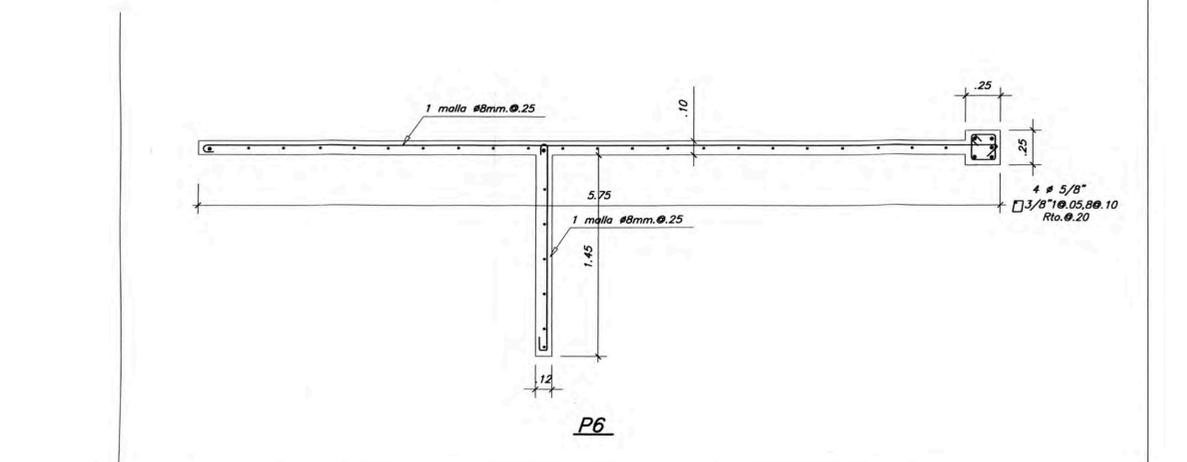


**ZEGARRA & YECKLE INGENIEROS**  
CALCULOS ESTRUCTURALES

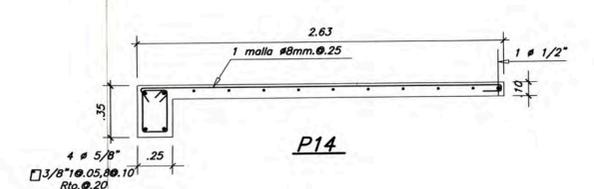
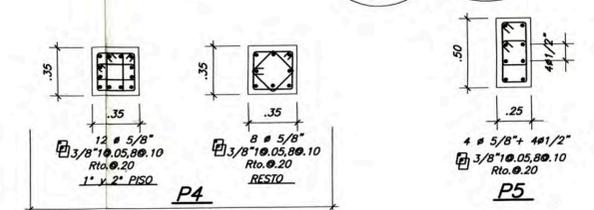
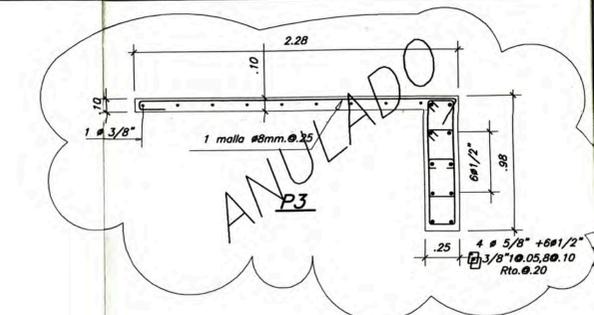
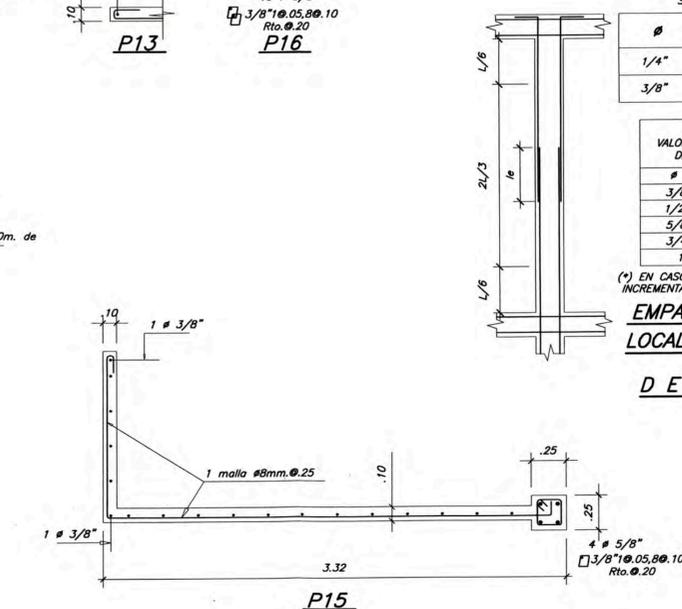
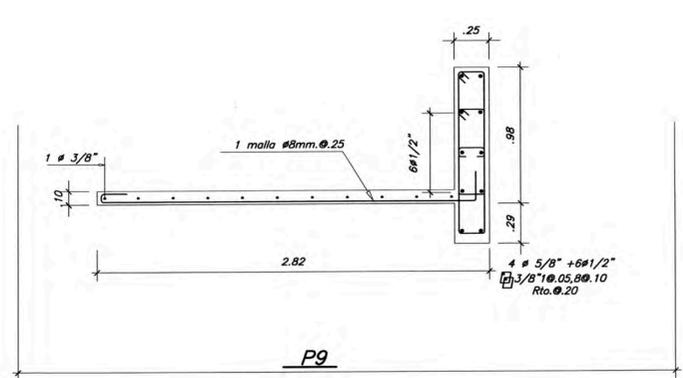
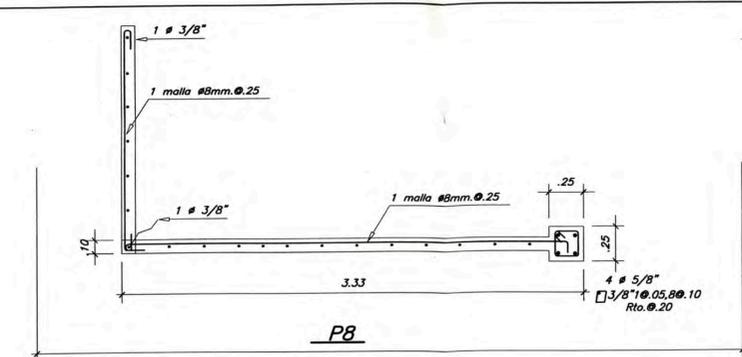
O B R A : EDIFICIO DE VIVENDAS  
PROPIETARIO : INMOBILIARIA E INVERSIONES NATALIA S.A.  
PLANTA DE CIMENTACION Y DETALLES  
ESCALA : 1/50 1/25  
DIBUJO : BERRIOS  
ARCHIVO : Natalia-E01.DWG  
FECHA : Agosto 2004



$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$   
 $p = 4.00 \text{ Kg/cm}^2$



DETALLE DE ABERTURA DE P6 EN 1º PISO



DETALLE TIPICO DOBLADO DE ESTRIBO

S/E	R	d
1/4"	0.02	0.08
3/8"	0.03	0.10

#	le (cm)
3/8"	40
1/2"	45
5/8"	55
3/4"	65
1"	115

(\*) EN CASO DE CORTAR EL 100% DE VARILLAS INCREMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN 60%

EMPALMES EN COLUMNAS LOCALIZACION Y LONGITUD

Dímetro	ld tracción	ld (*) tracción Barras Sup.
3/8"	30	42
1/2"	32	45
5/8"	40	56
3/4"	50	70
1"	90	125

(\*) Barras Sup. : Barras Horizontales que tengan por debajo más de 30 cm. de Concreto Fresco.

LONGITUDES DE ANCLAJE



VARILLAS	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
#	H < 3.0 m	H > 3.0 m
3/8"	40	45
1/2"	45	50
5/8"	55	65
3/4"	65	80
1"	115	145

(\*) EN CASO DE CORTAR EL 100% DE VARILLAS INCREMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN 60%

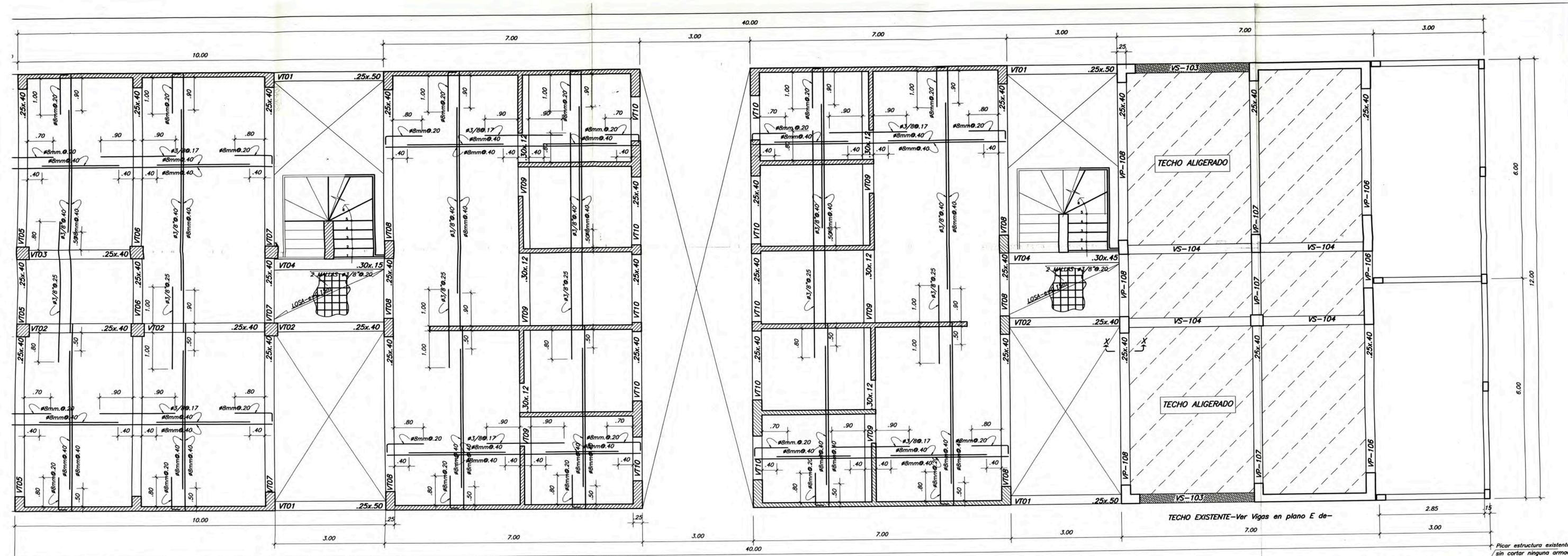
EMPALMES EN VIGAS LOCALIZACION Y LONGITUD

DETALLES DE EMPALMES

ZEGARRA & YECKLE INGENIEROS S.A.C.  
 CALCULOS ESTRUCTURALES

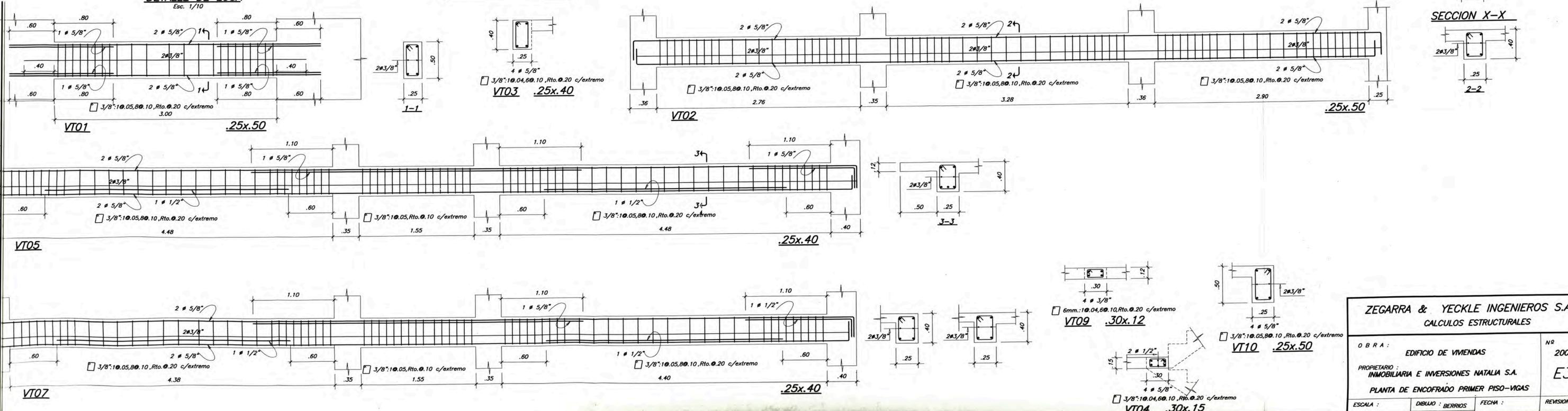
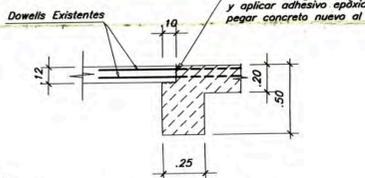
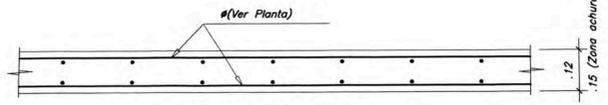
O B R A : EDIFICIO DE VIVIENDAS Nº 2004-  
 PROPIETARIO : INMOBILIARIA E INVERSIONES NATALIA S.A. E2D  
 COLUMNAS Y MUROS

ESCALA : 1/25 DIBUJO : BERRIOS FECHA : Agosto 2004 REVISION : L.Z.C.  
 Archivo: Natalia-E02.DWG

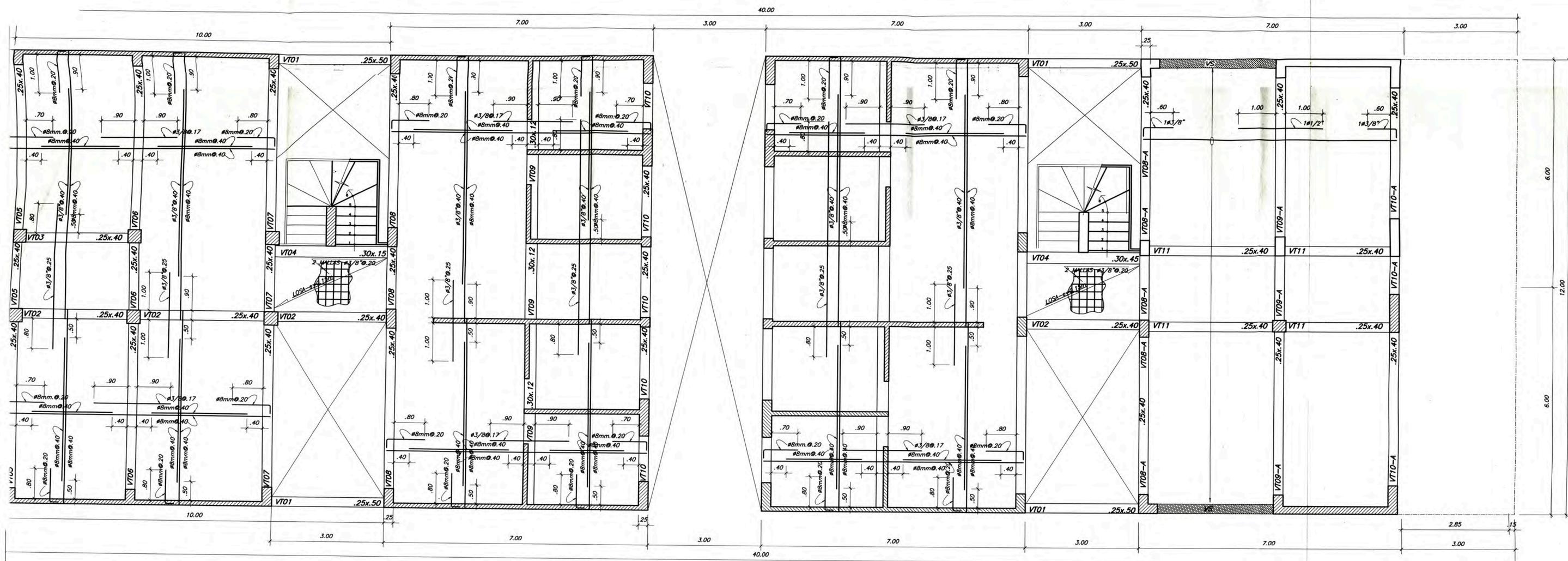


**ENCOFRADO DEL PRIMER PISO**  
 ESCALA 1:50 (S/C = 200 Kg/m<sup>2</sup>)

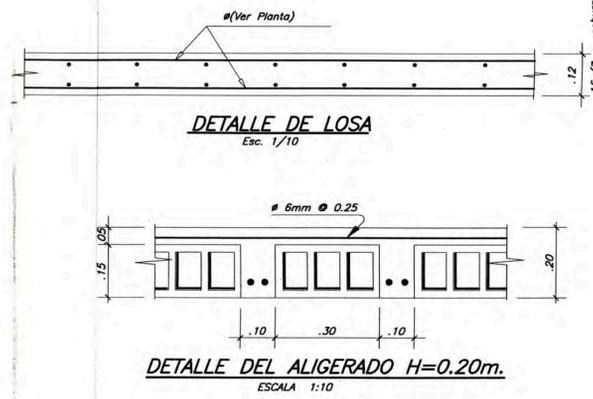
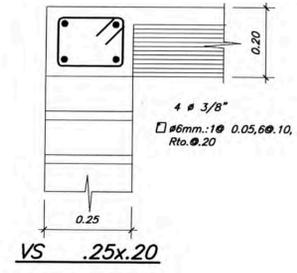
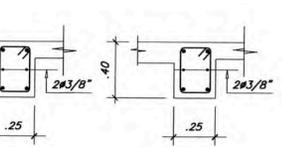
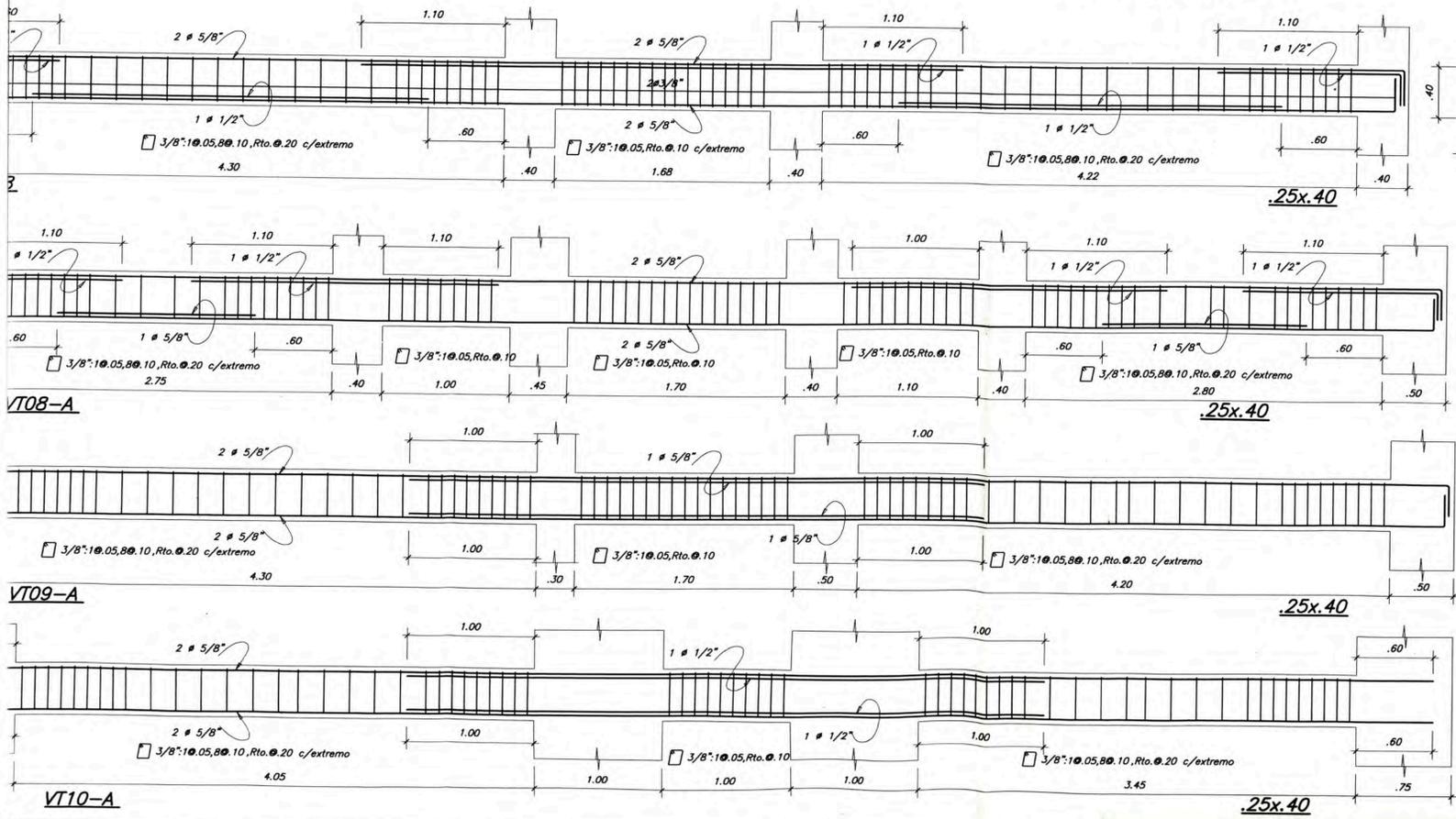
$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$



<b>ZEGARRA &amp; YECKLE INGENIEROS S.A.</b>		Nº
CALCULOS ESTRUCTURALES		200-
O B R A :		E3
EDIFICIO DE VIVIENDAS		REVISION
PROPIETARIO :		
INMOBILIARIA E INVERSIONES NATALIA S.A.		
PLANTA DE ENCOFRADO PRIMER PISO-VIGAS		
ESCALA :	DIBUJO : BERRIOS	FECHA :

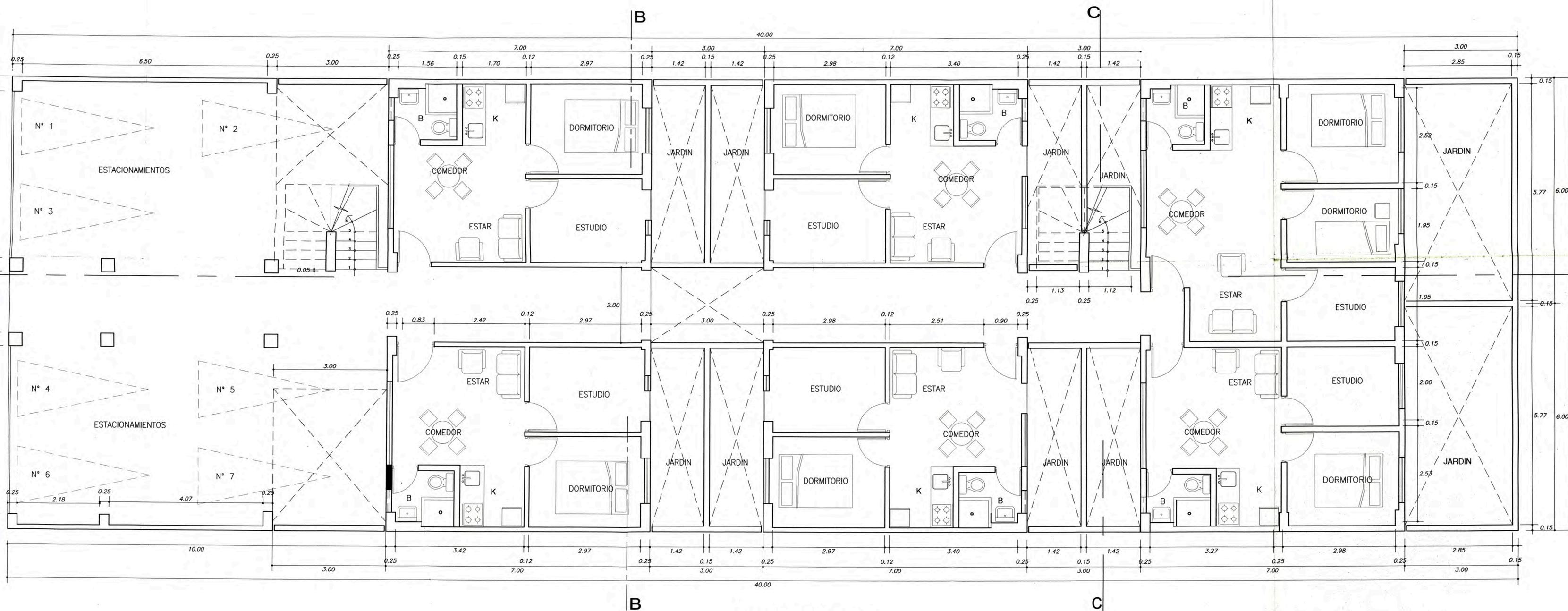


**ENCOFRADO DEL PISO TÍPICO**  
 ESCALA 1:50 (S/C = 200 Kg/m<sup>2</sup>)



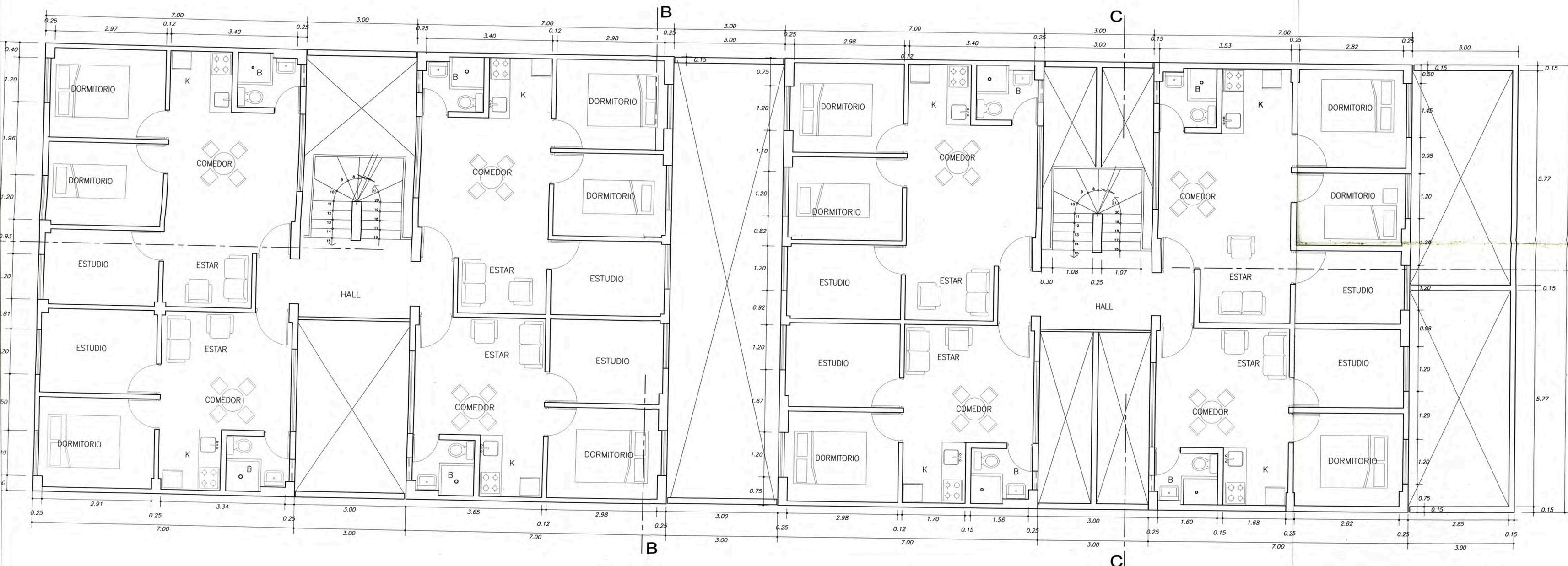
$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

<b>ZEGARRA &amp; YECKLE INGENIEROS S.A.C.</b> CALCULOS ESTRUCTURALES			
OBRA:	EDIFICIO DE VIVIENDAS	Nº	2004-013
PROPIETARIO:	INMOBILIARIA E INVERSIONES NATALIA S.A.		E4 DE 05
PLANTA DE ENCOFRADO PISO TÍPICO Y DETALLES			
ESCALA:	DIBUJO: BERRIOS	FECHA:	REVISION:
1/50 1/25	ARCHIVO: Natalia-EDA DWG	Agosto 2004	L.Z.C.



PRIMERA PLANTA

PROPIETARIO:		<b>INMOBILIARIA E INVERSIONES NATALIA S.A.</b>	
OBRA:		EDIFICIO DE VIVIENDAS	
UBICACION:	Av. SAN PEDRO #843 , SURQUILLO	ESCALA	1/50
PLANO:	PLANTA. PRIMER PISO	FECHA	AGOSTO 2004
			LAMINA: <b>A-01</b>



PLANTA TIPICA 2,3,4,5

PROPIETARIO:	<b>INMOBILIARIA E INVERSIONES NATALIA S.A.</b>		
OBRA:	EDIFICIO DE VIVIENDAS		
UBICACION:	Av. SAN PEDRO #843 , SURQUILLO	ESCALA 1/50	LAMINA
PLANO:	PLANTA PISOS TIPICOS 2' AL 5'	FECHA AGOSTO 2004	<b>A-02</b>

## **ANEXO 2**

- 1.0 Informe Técnico de estudio de suelos con fines de cimentación para el proyecto: Vivienda Multifamiliar “Residencial Natalia”**
- 2.0 Análisis de precios unitarios por m<sup>2</sup> de las Placas P7.**
- 3.0 Análisis de costos de muros de arcilla frente a las Placas P-7**

## INFORME TECNICO

### 1.00 GENERALIDADES

#### 1.10 Objeto del Estudio

El presente Informe Técnico tiene por objeto realizar un Estudio de Suelos con Fines de Cimentación para el Proyecto: Vivienda Multifamiliar, el mismo que se ha efectuado por medio de trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio necesarios para definir el perfil estratigráfico del área en estudio. así como conocer sus propiedades de esfuerzo y deformación. proporcionándose las condiciones mínimas de cimentación. indicándose tipo y profundidad de los cimientos. capacidad portante admisible. asentamientos y las recomendaciones necesarias.

#### 1.20 Ubicación del Area en Estudio

El área en estudio se encuentra ubicado en el Jr. San Pedro N° 843 del Distrito de Surquillo. Provincia y Departamento de Lima.

El terreno presenta una superficie relativamente plana de forma rectangular con un área de 480 m<sup>2</sup> y un perímetro de 104 ml.

Interiormente se observa una edificación de un piso de material noble.

### 1.30 Características del Proyecto

El proyecto consiste en una edificación de 05 niveles. el mismo que sera construido por medio de pórticos de concreto armado. muros y techos aligerados. transmitiendo cargas del orden de 160 - 180 Ton/ml.

El Proyecto Vivienda Multifamiliar consiste en la cosntruccion de 6 departamentos en el primer piso y 8 departamentos por piso en los siguientes niveles. presentando la siguiente distribucion: Comedor. estar. hall. kitch. dormitorio y baño.

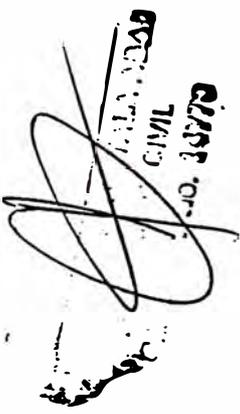
En el primer nivel presenta una playa de estacionamiento. jardin intermedio y jardin posterior.

## 2.00 INVESTIGACIONES EFECTUADAS

### 2.10 Trabajos de Campo

#### 2.10.1 Calicatas

Con la finalidad de determinar el Perfil Estratigráfico del área en estudio se han realizado 05 Calicatas o pozos a cielo abierto. distribuidos convenientemente en el área en estudio. alcanzando las siguientes profundidades:



Professional Engineer's Stamp:  
EIRL  
CIVIL  
No. 30773

**CUADRO DE CALICATAS**

Calicata No.	Profundidad (m.)
P-1	4.00
P-2	4.00
P-3	4.00
P-4	4.00
P-5	4.00

- Nota : Ver Anexo V (Plano de ubicación de calicatas).
- No se detectó el nivel freático hasta la profundidad explorada.

**2.10.2 Muestreo Disturbado**

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos estándar de clasificación e identificación de suelos. Asimismo se extrajo 01 muestra de la calicata P-2 de 1.20 - 3.10 m. de profundidad para realizar un ensayo de densidad máxima y mínima. Además se extrajo 01 muestra representativa de la calicata P-3 de 0.50 - 1.20 m. de profundidad. para el análisis

  
CESAR AUGUSTO ATALA ARAYA  
INGENIERO CIVIL  
CIP. No. 16770

químico del contenido de sales agresivas al concreto.

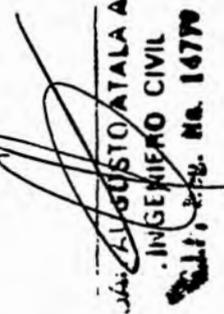
### 2.10.3 Registro de Excavaciones

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como: espesor, humedad, plasticidad, etc.

### 2.20 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos CAA Ingenieros Consultores EIRL y en el Laboratorio de Análisis de Agua y Suelo de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina, de acuerdo a la siguiente relación:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422.
- Límite Líquido ASTM D-423.
- Límite Plástico ASTM D-424.
- Densidad Máxima ASTM D-4253
- Densidad Mínima ASTM D-4254
- Peso Volumétrico
- Análisis Químico del Contenido de Sales Agresivas al Concreto.

  
AUGUSTO ATALA ABAD  
INGENIERO CIVIL  
C.I.T. No. 14779

**2.30 Clasificación de Suelos**

Los suelos se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO DE CLASIFICACION**

CALICATA No	P-1		P-2	
	0.00 - 0.60	0.60 - 3.10	0.30 - 1.20	1.20 - 3.10
Prof. (m)	0.00 - 0.60	0.60 - 3.10	0.30 - 1.20	1.20 - 3.10
Ret. No. 4	35.6	73.1	---	68.6
Pasa No. 200	33.7	2.5	---	4.1
L.L.	21.4	---	25.6	---
I.P.	5.2	NP	8.6	NP
SUCS	GC-GM/SC-SM	GP	CL	GW

CALICATA No	P-3	P-4
Prof. (m)	0.50 - 1.20	1.50 - 3.10
Ret. No. 4	---	63.4

**CECILIJA ALBUQUERQUE MALA ABAD**  
INGENIERO CIVIL  
R.I.P. Sep. No. 14770

Pasa No. 200	---	3.4
L.L.	25.4	---
I.P.	7.8	NP
SUCS	CL	GP

### 3.00 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

En base a los trabajos de campo y ensayos de Laboratorio se deduce la siguiente conformación:

En la calicata P-1 hacia el sector derecho del terreno se presenta una grava arcillosa limosa. compacta. con partículas subredondeadas. con matriz arcillosa limosa, no plástica. en un espesor de 0.60 m; hacia el sector izquierdo se presenta un relleno conformado por escombros de materiales de construcción, losas. botellas. etc. (antiguo canal). en un espesor de 1.20 m. continuando hasta la profundidad explorada de 3.10 m con el hormigón típico de río. consistente en gravas subredondeadas con matriz arenosa en un 20%, no plástica. con partículas subredondeadas de 8" - 10". en estado semicompacto.

En el sector de la calicata P-2 se presenta superficialmente una losa de concreto de 0.10 m de espesor. continuando con un relleno conformado por un limo arenoso con presencia de trapos quemados y gravillas subredondeadas aisladas en un espesor de 0.20 m. entre 0.30 a 1.20 m se observa un terreno de cultivo de arcilla limosa. poco plástica. color beige. de mediana

ATA LA ADAA  
GENIHO CIVIL  
C.L. No 14776

humedad, continuando hasta la profundidad explorada de 4.00 m con el hormigón típico de río, semicompacto, con gravas subredondeadas de tamaño máximo 8" - 10", con matriz arenosa, no plástica.

En la calicata P-3 se observa una losa de concreto de 0.05 m de espesor, continuando hasta 0.50 m con un relleno conformado con cascotes de ladrillos, gravas subredondeadas aisladas, con matriz limosa; entre 0.50 a 1.20 m se presenta un suelo arcilloso limoso, poco plástica, en estado semicompacto, de mediana humedad, continuando hasta la profundidad explorada de 4.00 m con gravas subredondeadas con matriz arenosa, no plástica, con partículas subredondeadas de tamaño promedio de 2" - 3" y gravas subredondeadas de tamaño máximo 8" - 10" aisladas.

En la calicata P-4 se presenta una losa de concreto de 0.05 m de espesor, continuando hasta 0.50 m con un relleno conformado por una matriz limosa, con cascotes de ladrillos y presencia de gravas subredondeadas aisladas; entre 0.50 a 1.50 m se presenta una arcilla limosa, en estado semicompacto, poco plástica, color beige, con presencia de gravas subredondeadas aisladas, continuando hasta la profundidad explorada de 4.00 m con el hormigón típico de río consistente en gravas subredondeadas con matriz arenosa, no plástica, semicompacta, con partículas subredondeadas de tamaño máximo 8" - 10".

En la calicata P-5 se observa una losa de concreto de 0.05 m de espesor, continuando con un relleno conformado por una matriz limosa, con presencia de cascotes de ladrillos y gravas subredondeadas aisladas, continuando hasta 0.50m

y con un suelo arcilloso limoso, en estado semicompacto, poco plástico, color beige, con gravas subredondeadas aisladas hasta 1.50 mts; luego hasta la profundidad explorada de 4.00 m. se presentan gravas subredondeadas con matriz arenosa, no plástica, en estado semicompacto.

#### 4.00 ANALISIS DE LA CIMENTACION

##### 4.10 Tipo y Profundidad de los Cimientos

Según se desprende de la descripción del perfil estratigráfico, se recomienda cimentar sobre los suelos gravosos subredondeados con matriz arenosa en estado semicompacto a una profundidad promedio de 1.50 m, medido con respecto al nivel de piso actual, por medio de cimientos corridos simples y/o zapatas aisladas.

##### 4.20 Cálculo de la Capacidad Portante

A la profundidad antes mencionada los cimientos se apoyarán sobre los suelos gravosos con matriz arenosa, en estado semicompacto, cuyas características de resistencia están dadas principalmente por su Angulo de Fricción Interna ( $\phi$ ), la cual se puede estimar en función de su Densidad Relativa ( $D_r$ ):

$$D_r = \frac{\gamma_{max}}{\gamma_{nat}} \times \frac{(\gamma_{nat} - \gamma_{min})}{(\gamma_{max} - \gamma_{min})} \times 100\%$$

La Densidad Máxima y Mínima de Laboratorio se han efectuado

con partículas de tamaño máximo 3/4". con una muestra de la calicata P-2 de 1.20 - 3.10 m. proporcionando los siguientes valores:

$$\text{Densidad Máxima} \quad \gamma_{\max} = 2.18 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Mínima} \quad \gamma_{\min} = 2.00 \text{ gr/cm}^3$$

Luego, aplicando la relación propuesta por el Highway Research Board (H.R.B.), para la corrección de las Densidades Totales se obtiene:

$$\gamma_t = \frac{(100 - \%G) \times \gamma_{df} + 0.9 \times \%G \times \gamma_g}{100}$$

Donde:

$\%G$  : % de grava mayor de 3/4".

$\gamma_t$  : Densidad total.

$\gamma_{df}$  : Densidad obtenida en el Laboratorio.

$\gamma_g$  : Peso específico de la grava (2.57)

$$\text{Densidad máxima corregida} \quad \gamma_{\max} = 2.24 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad mínima corregida} \quad \gamma_{\min} = 2.14 \text{ gr/cm}^3$$

Considerando la densidad seca natural de 2.205 gr/cm<sup>3</sup>, se obtiene una densidad relativa de :

$$Dr = 66\%.$$

Para el grado de compactación obtenido. el ángulo de fricción interna es de:

$$\phi = 36^\circ$$

Luego. considerando la teoría de Karl Terzaghi. la Capacidad Portante Admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} [\gamma_1 D_f N_q + 0.4 \gamma_2 B N_c]$$

Peso Volumétrico del Suelo sobre el N.F.Z.  $\gamma_1 = 1.80 \text{ gr/cm}^3$

Peso Volumétrico del Suelo debajo del N.F.Z.

5% de Humedad  $\gamma_2 = 2.315 \text{ gr/cm}^3$

Ancho del Cimiento  $B = 1.80 \text{ m}$

Profundidad de Cimentación  $D_f = 1.50 \text{ m.}$

Factor de Seguridad  $FS = 3.00$

Factores Adimensionales. función de  $\phi$   $N_q, N_c$

Reemplazando valores, se obtiene :

$$q_{ad} = 4.00 \text{ Kg/cm}^2$$

## 5.00 EMPUJES LATERALES

Para la determinación de los empujes laterales sobre muros de contención

o estructuras enterradas, se empleará una distribución triangular de presiones. El empuje total puede determinarse mediante la siguiente relación:

$$E = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_A$$

Donde:

$K_A$  : Coeficiente activo de presiones

H : Altura de muro (m)

$\gamma$  : Peso volumétrico de masa (1.80 gr/cm<sup>3</sup>)

$$K_A = \text{Tag}^2 (45 - \phi/2)$$

Para  $\phi = 29^\circ$

$$K_A = 0.347$$

## 6.00 CONTENIDO DE SALES

El resultado del análisis físico químico efectuado, con una muestra representativa del subsuelo muestra los siguientes valores :

Calicata	Profundidad	Cloruros	Sulfatos	S.S.T.
	ad	Ppm	%	
P-3	0.50 - 1.20	1.701.00	397.92	8.435.2

Dichos valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de agresividad al concreto, pudiéndose emplear por lo tanto Cemento Portland tipo I en la preparación del concreto de los cimientos: se

recomendada el empleo de un aditivo hidrófugo, tipo plastocrete DM de sika o similar, en la preparación del concreto de los cimientos a fin de impedir la corrosión del acero de refuerzo.

## 7.00 TRATAMIENTO DE LA BASE PARA LA CONSTRUCCION DE LOS PISOS

Para la construcción de los pisos se seguirá el siguiente procedimiento:

- La subrasante será escarificada, retirando las partículas mayores de 2". raíces de pastos, y otros, en un espesor de 0.30 m. compactada al 95% de la Máxima Densidad Seca del Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D-1557). En caso de encontrarse rellenos, serán reemplazados por un material granular seleccionado, debidamente compactado por capas.
- Sobre la subrasante compactada se colocará una base de afirmado compactada al 100% de la Máxima Densidad Seca del Ensayo de Proctor Modificado en un espesor de 0.20 m. la misma que deberá tener las siguientes características:

El material llenará los requisitos de granulometría dados en la

Tabla siguiente:

Tamaño de la Malla tipo AASHTO T-11 Y T-27 (ABERTURA CUADRADA).	Porcentaje en peso que pasa			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2 pulg.	100	100	---	---
1 pulg.	--	75 - 97	100	100
3/8 pulg	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
Nº4-(4.76 mm.)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85

Nº10-(2.00 mm.)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº40-(0.420 mm.)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº200-(0.074 mm.)	2 - 8	5 - 20	5 - 15	5 - 20

La granulometría definitiva que se adopte dentro de estos límites, tendrán una gradación uniforme de grueso a fino.

La fracción del material que pase la malla Nº 200, no debe exceder de 1/2, y en ningún caso de los 2/3 de la fracción que pase el Tamiz Nº 40.

La fracción del material que pase el Tamiz Nº 40, debe tener un límite líquido no mayor de 25% y un índice de plasticidad inferior o igual a 6% determinados de acuerdo a los Métodos T-89 y T-91 de la AASHTO.

## 8.00 ASPECTOS SISMICOS

De acuerdo a la Información Sismológica, en el Departamento de Lima, se han producido sismos con intensidades promedio de VII - VIII, según la Escala de Mercalli Modificada.

Por otra parte la zona en estudio se encuentra ubicada en la zona 3 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.030-Diseño Sismo Resistente.

La fuerza cortante total (V) pueden calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

Donde S es el factor suelo con un valor de  $S=1.0$ . para un período predominante de  $T_s=0.4$  seg. y Z es el factor de zona con un valor de  $Z=0.4g$ .  
Ver Anexo VI (Mapa de Zonificación Sísmica del Perú).

## 9.00 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como al análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

El área en estudio se encuentra ubicado en el Jr. San Pedro No. 843 del Distrito de Surquillo. Provincia y Departamento de Lima.

El proyecto consiste en Viviendas Multifamiliares de 05 niveles.

El subsuelo del área en estudio presenta una losa de concreto de 0.05 - 0.10 m de espesor, continuando con rellenos conformados por matriz limosa con presencia de cascotes de ladrillos y gravas aisladas con espesores que varían entre 0.20 y 1.20 m, continuando hasta la profundidad de 0.60m, 1.20m y 1.50 m, con un terreno de cultivo poco plástico, semicomacto, de mediana humedad, subyaciendo hasta la profundidad explorada el hormigón típico de río, consistente en gravas subredondeadas con matriz arenosa, no plástica, en estado semicomacto. Se recomienda cimentar sobre los suelos gravosos subredondeados con

matriz arenosa, en estado semicompacto a una profundidad promedio de 1.50 m. medido con respecto al nivel del piso actual, por medio de cimientos corridos simples y/o zapatas aisladas para una Capacidad Portante Admisible de:

$$q_{ad} = 4.00 \text{ Kg/cm}^2$$

- Se empleará un coeficiente activo de presión lateral de tierras  $K_A=0.347$  para el diseño de muros contención o estructuras enterradas.
- Se empleará cemento portland tipo I en la preparación del concreto de los cimientos, recomendandose el uso de un aditivo hidrófugo tipo plastocrete DM de sika o similar, en la preparación del concreto de los cimientos a fin de impedir la corrosión del acero de refuerzo.
- La Ciudad de Lima se encuentra en la Zona 3 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, por lo tanto se empleará un factor de  $z_0$  un factor suelo de  $S=1.0$  y un período predominante de  $T_s=0.4$  seg.

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR M2**  
**PLACA P-7 SISTEMA ESTABLE PARA MUROS DIVISORIOS**

				<b>COSTO UNIT.</b>
<b>ASENTADO DE PLACA P-7 POR M2</b>				<b>42.18</b>
<b>INSUMOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>
Placa P-7 Tipo V	millar	0.0088	1,925.00	16.94
Transporte de Placa P-7	millar	0.0088	240.00	2.11
Mortero Ultra-Pega Super por 40 kg.	bolsa	0.2000	5.13	1.03
Pernos Expansivos	unid.	1.6666	0.76	1.27
Acero Corrugado de 1/4" (Vert y Hor)	kg.	1.3126	2.25	2.95
Cemento Sol Tipo I ( 42.5 kg.)	bolsa	0.0170	15.00	0.26
Arena Gruesa	m3	0.0022	21.00	0.05
<b>Total</b>				<b>24.60</b>
<b>MANO DE OBRA - ACTIVIDADES PRELII</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>
<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>25.00</b>	<b>m2/día</b>		
1 Operario	h-h	0.3200	11.08	3.55
1 Ayudante	h-h	0.3200	8.89	2.84
<b>Total</b>				<b>6.39</b>
<b>MANO DE OBRA - ASENTADO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>
<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>12.00</b>	<b>m2/día</b>	<b>96</b>	<b>placas/día</b>
1 Operario	h-h	0.6667	11.08	7.39
0.5 Peón	h-h	0.3333	8.89	2.96
<b>Total</b>				<b>10.35</b>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>
Herramientas	%	5.0000	16.74	0.84
<b>Total</b>				<b>0.84</b>

La calidad de los especialistas

# GAÑE ÁREA ÚTIL Y AHORRE DINERO CONSTRUYENDO SUS MUROS CON LA NUEVA PLACA P-7

Información proporcionada por:  
**Ing. Alejandro Garland S.**  
 Gerente de Ventas LACASA  
[agarland@mineraluren.com](mailto:agarland@mineraluren.com)

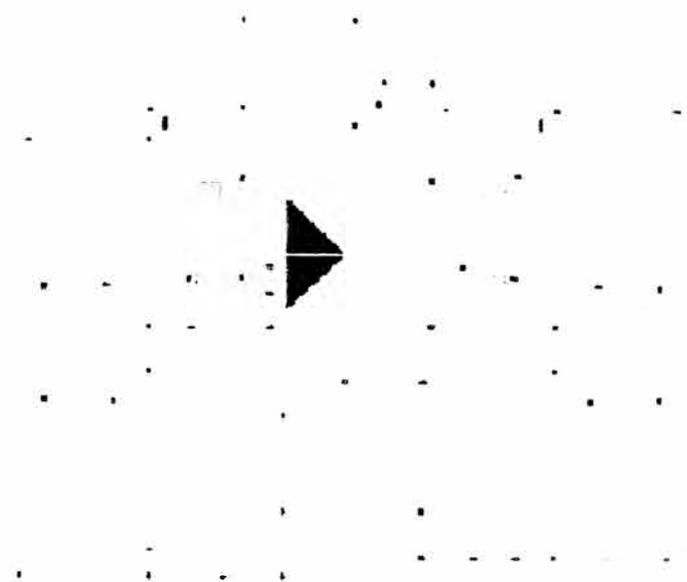
El siguiente ejercicio de costos es un ejemplo en el que usted podrá cuantificar de una manera precisa y clara la ganancia de área útil y el ahorro de dinero que se puede obtener utilizando la Placa P-7 en vez del ladrillo de arcilla King Kong de 18 huecos; además de obtener una obra más rápida, limpia y seca, con muros mejor estructurados y menor peso para su estructura.

Utilizando la arquitectura mostrada en el plano haremos un costeo de los muros en ambos sistemas. En el caso de los muros de arcilla consideraremos que necesitan cada cierto tramo unas columnetas para poder rigidizarlos, además del tarrajeo de sus dos caras y de los derrames. En el caso de la Placa P-7 consideraremos un precio de subcontrata a todo costo, el cual incluye los fierros de 1/4" corrugado para su sostenimiento, así como dejar el muro listo para empastar.

En el caso del área útil se ha determinado que la ganancia de área útil es del orden del 6%, lo cual quiere decir que se ha ganado un área de 119 m<sup>2</sup> al usar Placa P-7 en vez del ladrillo King Kong 18 huecos de arcilla, cosa que ningún otro ladrillo en el mercado le puede ofrecer.

Al final de la evaluación económica se ha determinado que el ahorro en costo directo por usar la Placa P-7 es del orden del 30%, ahorro que ningún otro ladrillo en el mercado le puede ofrecer y garantizar a través de la subcontrata que brindamos.

**NO SE MANTENGA AL MARGEN DE LA NOVEDAD, YA MUCHOS LA VIENEN USANDO, SOLO LLÁMENOS, VISÍTENOS Y AVERIGÜE POR QUÉ SOMOS LA MEJOR ALTERNATIVA.**  
 (Publicar portaje)



Área útil usando:	
Ladrillo de arcilla	= 1.754 m <sup>2</sup>
Placa P-7	= 1.873 m <sup>2</sup>
% de ganancia útil	= 6%

**Edificio de 10 Pisos - 2 departamentos por piso**

**Observaciones:**

- (\*) El precio de instalación de la Placa P-7 es referencial y es una subcontrata que ofrece LACASA. Incluye todos los materiales, mano de obra, equipo y herramientas, dejar el muro listo para empastar, derrames de puertas y ventanas, empotramiento de las instalaciones dentro del muro. No incluye acarreo vertical. No incluye dinteles. Incluye gastos Generales y Utilidad del Instalador. No incluye IGV.
- Los costos de las demás partidas son valores tomados de la Sección de Análisis de Costos de la revista Costos del Grupo S10.

PARTIDA	Unid.	P.U.	Muros de Arcilla				Muros con Placa P-7			
			Cant.	Parcial	Sub Total	Costo/m <sup>2</sup>	Cant.	Parcial	Sub Total	Costo/m <sup>2</sup>
<b>MUROS</b>					111.206	42,66			117.315	45,00
Muro de Ladrillo KK amare sogá	m2	30,59	2.417	73.936						
Muro de Placa P-7	m2	45,00					2.607	117.315		
<b>COLUMNETAS</b>										
Acero de refuerzo en columnetas	kg	3,13	4.794	15.005						
Encofrado de Columnetas	m2	38,38	382	14.661						
Concreto en columnetas	m3	330,60	23	7.604						
<b>ACABADOS</b>					85.505	32,80			21.780	8,35
Tarrajeo interior de muros e= 2cm	m2	14,29	4.757	67.978						
Tarrajeo exterior de muros e= 2cm	m2	16,43	457	7.509			457	7.509		
Derrames en vanos	m	7,92	1.265	10.019						
Empaste de muros	m2	3,00					4.757	14.271		
<b>INSTALACIONES</b>					3.626	1,39				
Picado y Resane de muros	m2	1,50	2.417	3.626						
<b>TOTAL</b>					<b>200.337</b>	<b>76,85</b>			<b>139.095</b>	<b>53,35</b>

**AHORRO EN SOLES** 200,337 - 139,095 = **61,242 + IGV**  
**AHORRO EN %** = **30,57%**

## **PANEL FOTOGRAFICO**



**Foto N° 1** Observamos el encofrado de la losa de conexión entre el tercer y cuarto bloque



**Foto N°2** Observamos el interior del departamentos con placas de 10 cm.



**Foto N°3** Corresponde al encofrado de las placas y columnas del bloque N°4  
(sistema Dual)



**Foto N°4** vaciado de losa del tercer piso del Bloque 3 (Sistema de Ductilidad  
Limitada)



**Foto N°5** Encofrado de losa y vigas del Bloque 3



**Foto N°6** Tendido de tubería de instalaciones eléctricas y Sanitarias



**Foto N° 7 Colocado del Parquet**