"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE GRAU"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley Nº 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

V° B°

TESIS

"DISEÑO DE SISTEMA DE ENCOFRADOS EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
ESTRUCTURAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:
BACH: LAURA DELGADO, Tania

ASESOR:
Arq. SALAS TOCASCA, Hugo Camilo

LIRCAY - HUANCAVELICA
2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
CERTIFICO: QUE LA PRESENTE ES COPIA FIEL
DE LA ORIGINAL QUE TENGO A LA VISTA
HUANCAVELICA

Lic. Alejandro Rodrigo Quilca Castro
SECRETARIO GENERAL

08 JUL 2016

SUSTENTACION DE TESIS
(SEGUNDA VEZ)

EL PARANINFO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL
- LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - URAY, A LOS
INTIDOS DIAS DEL MES DE JUNIO DEL (MES) 2016, SIENDO LAS
'00 PM SE INSTALO LOS MIEMBROS DEL JURADO EN BASE A LA RESOLUCION
E CONCEJO DE FACULTAD Nº 213 - 2016 - FIMCA - UNH DE FECHA
) DE JUNIO DEL 2016 EN LA CUAL SE RESUELVE.
RTICULO PRIMERO: APROBAR LA HORA Y FECHA PARA LA SOSTENTACION
E TESIS CUYO TITULO ES "DISEÑO DE SISTEMA DE ENCOFRADOS EN LA PRO-
INCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA" SIENDO EL RESPONSABLE DEL PROYECTO
E INVESTIGACION EL BACHILLER EN INGENIERIA CIVIL LAURA DELGADO,
ANIA. SIENDO LOS MIEMBROS DEL JURADO ING. CAMAC OJEDA
NRIQUE RIGOBERTO (PRESIDENTE), ING. URIEL NEIRA CALSIN (SECRETARIO)
C FRANKLIN SURICHAQUI GUTIERREZ (VOCAL) CON LA FINALIDAD DE
EVALUAR LA SUSTENTACION DE TESIS REFERIDO.

INMEDIATAMENTE DESPUES SE PROCEDIO CON LA INTERVENCION
EL PRESIDENTE DANDO LAS INSTRUCCIONES CORRESPONDIENTE PARA
E INICIO DE LA SUSTENTACION DE LA TESIS, SEGUIDAMENTE SE
ROCEDIO CON LA FORMULACION DE PREGUNTAS DE PARTE DE LOS
IEMBROS DEL JURADO, LAS CUALES FUERON ABSUELTAS.

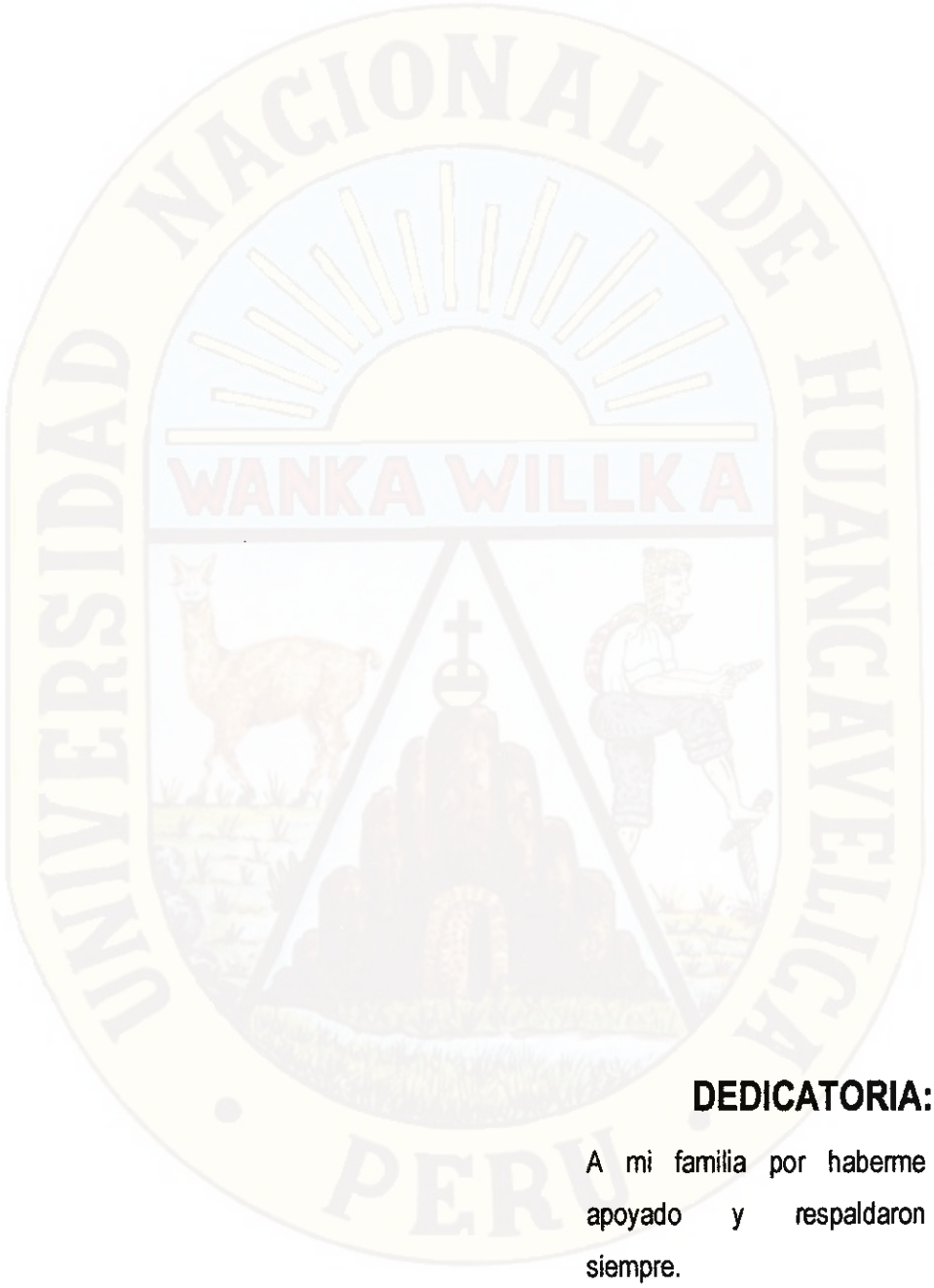
LOS MIEMBROS DEL JURADO DESPUES DE UN INTENSO DEBATE
E RESUELVE: APROBAR LA SUSTENTACION DE TESIS POR
UNANIMIDAD SIENDO LAS 5:30 PM DEL VEINTIUNO DEL MES
DE JUNIO DEL 2016 EN SEÑAL DE CONFORMIDAD FIRMAN AL PIE
EL PRESENTE.

ING. URIEL NEIRA CALSIN
SECRETARIO.

ING. ENRIQUE CAMAC OJEDA
PRESIDENTE

VOCAL

Grafiresa



DEDICATORIA:

A mi familia por haberme apoyado y respaldaron siempre.

TANIA.

AGRADECIMIENTO

Dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía de forma desinteresa durante la elaboración de la tesis.

Agradecer a mi madre que ha dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida. A mi familia ya que me brindan el apoyo, la alegría que me da la fortaleza para seguir adelante.

INDICE

Portada

Índice

Resumen

Introducción

Capítulo I: Problema.....07

1.1. Planteamiento del Problema.....07

1.2. Formulación del Problema.....09

1.3. Objetivo: General y Específicos.....09

1.4. Justificación.....10

Capitulo II: Marco Teórico.....11

2.1 Antecedentes.....11

2.2 Bases Teóricas.....14

2.3 Hipótesis.....56

2.4 Variables de estudio.....56

Capitulo III: Metodología de la Investigación.....57

3.1 Ámbito de estudio.....57

3.2 Tipo de investigación.....57

3.3 Nivel de Investigación.....57

3.4 Método de Investigación.....57

3.5 Diseño de Investigación.....58

3.6 Población, Muestra, Muestreo.....58

3.7 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.....58

3.8 Procedimiento de Recolección de Datos.....59

3.9 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....59

Capitulo IV: Resultados.....60
4.1 Presentación de Resultados.....60
4.2 Discusión.....88
Conclusiones.....89
Recomendaciones.....90
Referencia Bibliográfica.....91
Anexos.....92
Gráficos, cuadros, imágenes,

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es ofrecer al ingeniero de obra. Carpintero o maestro de obra, guía que ayude al diseño de los encofrados cumpliendo los requerimientos de las normas.
La fase inicial del trabajo consiste en un marco teórico el cual explica los sistemas utilizados de encofrados, materiales empleados para la elaboración de los encofrados y los esfuerzos propios de los materiales. Seguidamente se precede a calcular los encofrados de los elementos estructurales tales como: losas, vigas y columnas, desarrollando los aspectos constructivos de los encofrados y sus procesos.
Los cálculos se basan en las normas del ACI-93 "Guía para encofrados de concreto" y en las pocas publicaciones referentes al tema en cuestión. Se anexa un ejemplo numérico aplicando el uso de tablas desarrollas para diseñar los encofrados.

INTRODUCCION

El encofrado de las estructuras de concreto armado representa una parte muy importante de la construcción tanto por los servicios que proporciona, como por un costo.

Frecuentemente, es más caro el encofrado que el concreto. Y en algunas estructuras su costo sobrepasa con creces al del concreto y las armaduras correspondientes.

Como sea pues, representa una parte sustancial del costo de la construcción, parece pues conveniente un trabajo que trate aspectos teóricos y prácticos de la técnica del encofrado y que pueda lograr una reducción en los costos de los mismos para disminuir los costos de la obra. Creemos que un estudio técnico de los diversos componentes de los encofrados ayudara a los ingenieros, maestros de obra y carpinteros a que elaboren los encofrados con las debidas garantías de seguridad y resistencia.

Con la idea de alcanzar la mayor economía posible, se deben emplear las tenciones admisibles más altas, tanto en los cálculos como en la construcción de los encofrados. El conocimiento de cómo se comportan las presiones, las fuerzas y las cargas que actúan sobre moldes ayudara a determinar dichas tensiones admisibles.

La economía deberá ser tomada en cuenta cuando se proyecte un encofrado para una estructura de concreto, en ellas influye múltiples factores, tales como, el costo de los materiales, costo de mano de obra en la construcción, colocación y desencofrado , equipo necesario , numero de usos de los materiales según su posible recuperación , costo del acabado de las superficies de concreto una vez realizado el desencofrado, etc.: puede ser, por tanto una buena economía el empleo de materiales de costo inicial elevado, como los encofrados metálicos , debido al gran número de usos que con ellos se consigue.

CAPÍTULO I
PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Durante varios siglos, los principales elementos constructivos disponibles en el mundo para la construcción han sido muy pocos. Hay que destacar también que la producción y utilización de materiales elaborados (en contraste con los puramente naturales) comenzaran en una época relativamente temprana; en consecuencia durante mucho tiempo los materiales de construcción han sido clasificados de un modo aproximado como sigue: por un lado, la piedra y la madera, los dos grandes materiales naturales básicos, que han sido durante siglos la base de la construcción, empleándose para múltiples aplicaciones; por otro lado, los ingeniosos, productos de arcilla y cemento, los metales, el vidrio y más recientemente, plásticos, han ampliado gradualmente el ámbito del proyecto de estructuras.

Hoy en día muchas cosas dependen de que la industria de la construcción sea eficiente. Nunca anteriormente en la historia de la humanidad ha existido tanta importancia en la provisión de casas, escuelas, talleres hospitales y oficinas apropiadas.

La incapacidad para proporcionar viviendas e instalaciones adecuadas puede traer serias repercusiones en la vida social, económica y política del país. De hecho, indirectamente constituye una seria amenaza a la paz mundial, particularmente en las áreas subdesarrolladas del mundo. Como una medida de la importancia que se le da a la construcción en este país, puede afirmarse que aquella absorbe por lo general un 60 % del presupuesto nacional total neto.

En la industria de la construcción existen tres reglones primordiales, que representa el mayor porcentaje del presupuesto de cualquier tipo de obra civil estos son: el concreto, el refuerzo metálico y el encofrado, este último en ocasiones llega a ser más costoso de todos, por lo que debe tratarse con sumo cuidado. El desarrollo del encofrado ha estado creciendo paralelamente con la construcción de obras de concreto armado, por lo que fabricantes y diseñadores de encofrados han tenido que estar al pendiente de estos avances. La progresiva admisión del concreto como medio arquitectónico, les origina a los constructores de encofrados una serie de inconvenientes en el desarrollo adecuado de los materiales de revestimiento y refuerzo.

En la construcción de encofrados, entran prácticamente en partes iguales el arte y la ciencia: el arte por el gusto de confección de las distintas partes y la ciencia porque estos moldes deben ser resistentes y sencillos de desmontar. Indiscutiblemente, el hecho de que un overo sea buen albañil o un excelente carpintero, no se considera que este capacitado para ejecutar un trabajo de encofrado dentro de las garantías que exige la técnica del mismo. La ingeniería civil, es la rama de la ingeniería que está encargada del cálculo y construcción de los encofrados, el diseño de los mismos busca conocer los puntos de fallas del material utilizando, a fin de garantizar la estabilidad y la rigidez de este importante y costoso elemento. En las facultades de ingeniería civil de este país, estos cálculos no son considerados en el programa de preparación de los futuros profesionales, lo cual representa un problema desde el punto de vista económico y social, ya que el fallo de un encofrado pude atentar contra la integridad física del personal de

campo y paralelamente perjudica el presupuesto de ejecución de la obra, debido a la partida de material y tiempo, los cuales son cruciales en cualquier trabajo.

Se puede decir que el material mayormente utilizado para la elaboración de los encofrados y puntales es la madera, ya que este material implica un bajo costo inicial , mientras que los encofrados metálicos son de muy alto costo inicial , pero son una buena inversión si se le da un elevado uso el cual compensara esa elevada inversión inicial.
Los encofrados son de gran importancia ya que, una buena elaboración de los mismos, garantiza una estructura capaz de soportar las cargas para las que fue diseñada y calculada.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el diseño adecuado de sistema de encofrado en edificaciones en el distrito de Lircay en la provincia de Angaraes – Huancavelica?

1.3. OBJETIVO:

1.3.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar un diseño adecuado de encofrados de los elementos que conforman una estructura en edificaciones en el distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar el diseño adecuado de encofrado en losa en edificaciones en el distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica.
- Determinar el diseño adecuado de encofrado en viga en

edificaciones en el distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica.

- Determinar el diseño adecuado de encofrado en columna en edificaciones en el distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica.

1.4. JUSTIFICACIÓN:

- Conocer los criterios de diseño de encofrados en infraestructura de edificación (losa, viga y columnas).
- El diseño de encofrado se encargado de dar forma al concreto armado, y de ellos depende el acabado que este va a tener. Los encofrados pueden ser constituidos de varios materiales, los más comunes en la actualidad es la madera.
- Debido a los altos precios de las maderas y de los distintos materiales utilizados en los encofrados, estos llegan a igualar o superan los costos del concreto. por la cual los encofrados deben ser diseñados y calculados para evitar sobre diseño o la falla de los mismos.
- Al realizar una adecuado diseño de un encofrado, se está garantizado no solo la economía sino, la seguridad del constructor al momento de vaciado del concreto.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

INTERNACIONALES:

- **ENCOFRADO DE COLOMBIA ltda**: Somos una empresa industrial especializada en el diseño, fabricación y comercialización de las líneas de negocios ENCOFRADOS METÁLICOS Y MAQUINARIA, teniendo como actividad principal la producción de encofrados metálicos versátiles para vaciado de concreto en todo tipo de proyectos constructivos como viviendas, infraestructuras, obras civiles.

  Iniciamos actividades en el año 2008 y gracias a la aceptación de nuestros productos en la industria logramos alcanzar un reconocimiento a la labor respaldados por la certificación de nuestros clientes. Brindamos garantía de calidad, con soluciones prácticas y eficientes de acuerdo con las múltiples y cambiantes necesidades y expectativas de los constructores y del mercado.

  Nuestro éxito radica en un total compromiso comercial en la lealtad sólida con los clientes, la constante búsqueda e investigación de soluciones para mejorar los

rendimientos en los procesos constructivos y la calidad en los acabados con nuevas opciones.

Ofrecemos un servicio calificado y eficiente de asesoría, modulación y diseño durante las etapas de concepción y ejecución de los proyectos con el fin de identificar y conocer el alcance, la composición, requerimientos y necesidades particulares de cada obra. Mediante procesos estandarizados ofrecemos productos de alta calidad haciendo de su proyecto un negocio competitivo.

- **ALSINA.-** El Grupo Alsina es una empresa española dedicada al diseño y comercialización de soluciones de encofrado para realizar estructuras de hormigón. Con más de 65 años de experiencia, la compañía emplea a más de 600 personas y dispone de 30 delegaciones en todo el mundo para ofrecer uno de los servicios más integrales del mercado, contando con presencia propia en Europa, Norte de África, Norteamérica, Latinoamérica, Oriente Medio y Asia. Alsina opera en todo tipo de proyectos: residenciales, equipamientos comerciales, plantas de tratamiento de agua, ingeniería civil de transporte, puertos, presas, plantas energéticas e instalaciones industriales, y certifica su actividad y sistemas de encofrado bajo la norma ISO 9001:2008, garantizando así la calidad total de nuestros productos y servicios. Ofrecemos un servicio integral y personalizado, que incluye el estudio, la oferta, soluciones a medida y la adaptación en los cambios de obra, avalado por la experiencia contrastada de más de 65 años.

NACIONALES:

- De acuerdo con la investigación sobre el diseño de encofrado existe una Norma del ACI – 93 "GUIA PARA ENCOFRADO DE CONCRETO "no hay mucha información

sobre este tema solo se encuentra un poco de referencia a cerca de metrados en el libro de **CAPECO** y otros autores referentes a metrados mas no así un libro específico sobre el díselo de encofrados.

- **TECA:** Es una organización joven y flexible que basa su estrategia en un triángulo cuyos vértices son: una gran línea de producto, un eficiente servicio y el más alto compromiso con su red de distribución. Teca tiene implantado en la actualidad un sistema de gestión basado en la Norma ISO 9001:2000 que es la base de nuestros éxitos. Los tres pilares que soportan al resto del Sistema son: Gestión de Costes, Gestión de Procesos y Compromiso

- **PERI:** PERI MULTIFLEX es el encofrado para losas de cualquier espesor, para cualquier planta y altura, En el sistema MULTIFLEX sólo deben trasladarse las piezas estáticamente necesarias con su peso correspondiente

  La viga GT 24 permite grandes luces, de modo que se reduce la cantidad de piezas a desplazar. Su gran capacidad de carga permite un trabajar rentablemente. La viga VT 20K puede utilizarse para espesores de losas menores. Con el puntal PERI MULTIPROP puede aprovecharse la fuerza de apoyo admisible de la GT 24 (28 kN) incluso en su máxima extensión. Para alturas mayores o voladizos el MULTIFLEX por ejemplo se utiliza sobre torres de carga PERI ST 100 o el sistema PERI UP.

LOCALES:

- No se cuenta con ninguna evidencia tanto física como artículos para su consulta, cabe recalcar que la edificación del colegio Arguedas se está implementando por que la empresa que lo realiza es una nacional y conocedor de esta tecnológica y versatilidad en el trabajo lo pone en práctica.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1. SISTEMAS DE ENCOFRADO INDUSTRIALIZADOS Y TRADICIONAL

Los sistemas de encofrado en obra se dividen en dos grandes grupos como son: Los sistemas industrializados y Los tradicionales

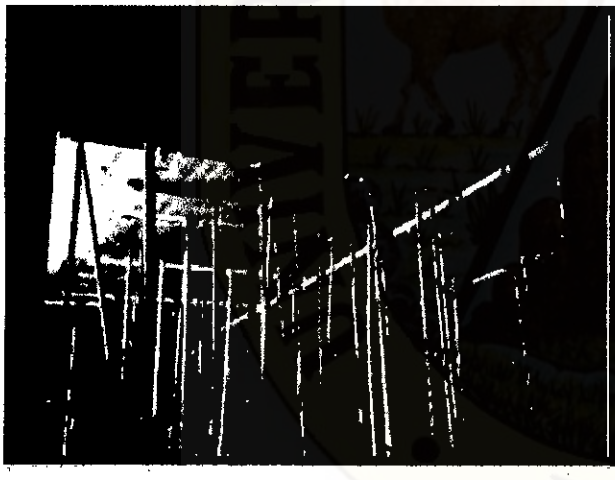


FIG. Nª 1 Sistema tradicional

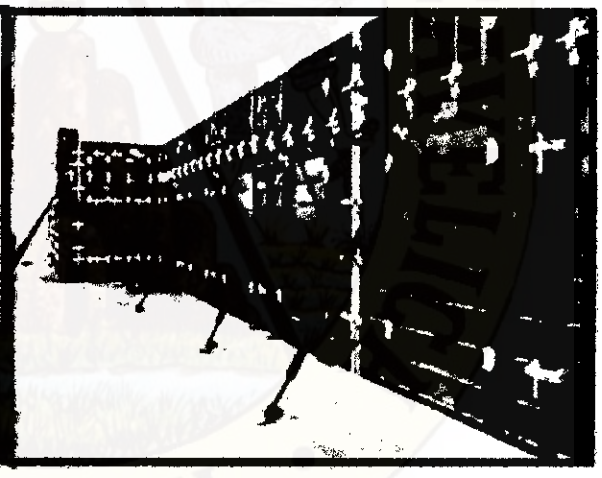


FIG. Nª 2 sistema industrializado

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

2.2.1.1 SISTEMA INDUSTRIALIZADO

Los sistemas de encofrados industrializados se destacan por su versatilidad de construcción, son métodos de construcción en sitios, no hay ningún tipo de juntas que disimular, el resultado final es sólido y visualmente idéntico a la construcción convencional utilizando básicamente los mismos materiales equipos.

Dentro de este tipo de sistemas se puede mencionar los encofrados deslizantes los cuales generalmente se utilizan para la construcción de las siguientes estructuras de concreto.

1. Silos monoceculares y multicelulares
2. Edificios
3. Chimeneas
4. Depósitos de agua
5. Pilas de viaductos

Todas estas estructuras son verticales y se caracterizan porque en la mayoría de ellas se necesita construir muros en los que el concreto ha de quedar comprendido entre dos superficies próximas para lo que resulta muy apropiado el empleo de estos encofrados deslizantes.

Los elementos esenciales de un encofrado deslizante son los siguientes: entablado, carreras, marcos, plataforma de trabajo, andamios suspendidos y gatos.

Estos pueden ser elaborados de madera o metal y son tecnología extranjera. La compañía extranjera elabora este tipo de encofrados muy poco utilizables en nuestro medio.

La velocidad con que avance la obra dependerá de la velocidad de fraguado. Las armaduras se colocan a medida que avanzan los encofrados.

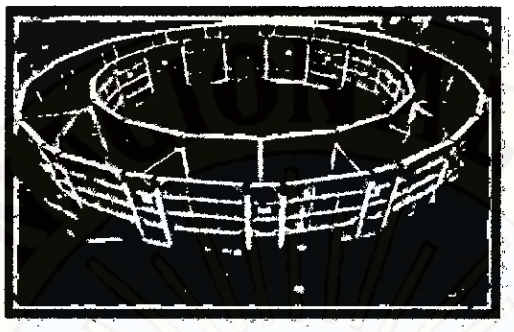


FIG. Nª 3 **Encofrado de reservorio industrializado**

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

2.2.1.2. SISTEMA TRADICIONAL

En lo que respecta a los encofrado tradicionales estos se usan para la elaboración de columnas, muros, losas fundaciones, etc. Los materiales mayormente utilizados en estos encofrados son: madera, acero y fibra de vidrio.

Los encofrados de madera son elaborados por carpinteros de obra y se usan tablas, tableros, cuartones y puntales de madera es utilizada para encofrar columnas, vigas, losas etc. No hay ninguna técnica para este tipo de encofrado. Solo la experiencia del ingeniero encargado de obra.

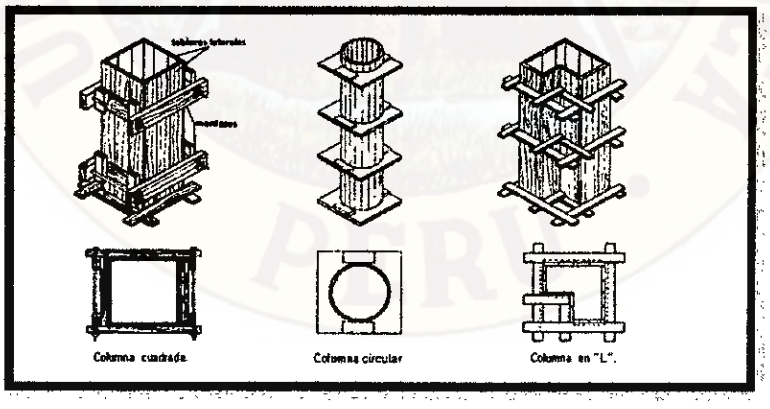


FIG. Nª 4 **Diferentes tipos de columnas encofradas tradicionalmente**

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

Las columnas son encofradas con un tablero de contorno, con cepos dispuestos cada 15 o 30 cm como lo crean concerniente el carpintero y con arrostramientos laterales con el fin de garantizar la verticalidad del encofrado de la columna en el momento del vaciado (ver anexo "C") y usan el castallo (escantillón) que es para garantizar el centrado de entablado de contorno.

El encofrado de das vigas se realiza con un entablado lateral y uno de fondo, apoyado en puntales cada 15 o 30 cm, estos pueden ser de madera o de acero si se requiere una resistencia mayor, si la viga es muy alta o ancha se acostumbra a colocar cuartones perpendiculares al sentido longitudinal de la viga y apoyados en dos puntales (ver anexo "C").

La forma de encofrar las losas es colocar cuartones separados cada 60 cm. En Abas direcciones y puntales ubicados en la dirección de estos, encima de los cuartones serán ubicados los tableros y dependiendo del tipo de losa a elaborar se le coloca encima de los tableros los bloques para losas nervadas o formaletas de fibra de vidrio, también hay un sistema de encofrado para losas por medio de andamios metálicos y vigas extensibles (ver anexo "D").
En lo que respecta a encofrados metálicos y fibras de vidrio las empresas que elaboran los encofrados, indican la forma de usos de los mismos.

2.2.2. MATERIALES *PARA ENCOFRADO*

Los materiales usados en la elaboración de encofrados para la construcción son: madera, acero y fibra de vidrio.
Con esto no quiere decirse que no se pueda emplear otro material que sea idóneo para la elaboración de los encofrados y se puedan obtener los resultados deseados.

Para realizar una buena elección respecto al material que se va a usar en la elaboración del encofrado deberá tomarse en cuenta los siguientes factores:

1. Que el material posea la adecuada resistencia para que pueda soportar las cargas de diseño.
2. Que su relación entre costos iniciales y número de re usos sea adecuada.
3. Que el manejo en obra del encofrado permita una rápida evolución en la construcción de la estructura.

A continuación se hará una descripción de los materiales más empleados en la elaboración de los mismos.

2.2.2.1 MADERA

La madera empleada para la elaboración de los encofrados deberá estar seca y sin defectos que afecten su resistencia, aspecto o durabilidad. Siempre que sea posible se emplearan maderas del país, estas son generalmente blandas de color blanco o blanquecino.

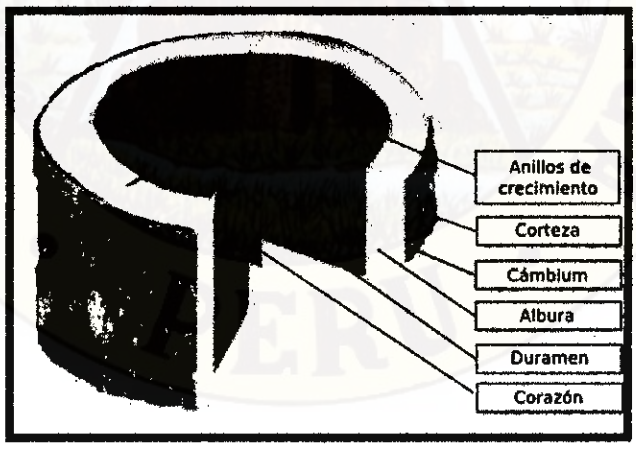


FIG. Nª 5 CORTEZA DE UN ARBOL PARA ENCOFRADOS

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

Los encofrados de madera deben de retirarse cuidadosamente, limpiarse, aceitarse y almacenarse en condiciones ales que se prevengan su posible distorsión. Periódicamente se deberán comprobar si es necesario sanear, fortalecer o remplazar alguna parte del material para encofrar.

Este grupo de maderas para la construcción de encofrados se dividen en las siguientes clases.

Buenas.- las cuales tienen un coeficiente máximo de rotura a la flexión que oscila entre 100 a 900 kg/cm2, entre los cuales se pueden nombrar: jabillo y saquisaqui.

Interiores.- las cuales tiene un coeficiente máximo de rotura a la flexión que oscila entre 150 a 400 kg/cm2, entre las cuales se pueden nombrar: balso, jabillo, miragua, mijao.

Unas de las ventajas de usas madera para la elaboración de encofrados es su bajo costo inicial y su fácil manipulación en obra.

2.2.2.2. ACERO

Con esta denominación se engloban dos tipos muy amplios de encofrados, los prefabricados en dimensiones y formas standard y los que se fabrican para uso determinado.

Los refuerzos que reciten estos tipos de encofrados son mayores a los que resiste los encofrados de maderas entre sus múltiples aplicaciones citaremos:

1. En muros de concreto
2. Doble empleo como tablero de encofrado armadura en losas de concreto
3. Para el revestimiento de concreto de los túneles
4. En la construcción de elementos prefabricados.

Los encofrados de acero tiene varia ventajas sobre los encofrados realizados con otros materiales, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: tienen rigidez y resistencia suficiente; se pueden montar, desmontar, transportar y volver a montar con gran rapidez. Como desventajas se pueden decir que si su número de usos no es elevado no se justifica el alto costo inicial que implica la compra de estos encofrados.

2.2.2.3. FIBRA DE VIDRIO

Este tipo de encofrados por lo general son formaletas que se usan en la elaboración de losas nervadas armadas en una o en dos direcciones. También varias ventajas, entre las cuales citaremos las siguientes.

1. Son ligeros, fuertes y resistentes al impacto
2. Son resistentes a las abolladuras y al alabeo.
3. No se corroen ni se oxidan
4. Permiten obtener superficies de concreto lisas
5. fácil desencofrado.

Existen diversos tipos de moldes de dimensiones diferentes con aplicación en la construcción de losas.

Los moldes se instalan normalmente sobre los tableros de encofrados (ver anexo "c"). Una vez que el concreto haya alcanzado la suficiente resistencia, se desmontan el tablero y los moldes. Efectuando todas estas operaciones con las debidas precauciones. Este tipo de moldes puede llegar a emplearse muchas veces.

2.2.3. BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO:

El siguiente guía texto tiene por finalidad de establecer las bases y criterios de diseño para la elaboración de los encofrados de madera para las obras de concreto armado

Para todos los capítulos de los encofrados se adoptan los valores de esfuerzos que corresponden a la madera tipo ("c") los cuales, según las normas del manual de diseño para maderas de grupo Andino, son:

- Esfuerzo admisible a flexión (σ) = 100 kg/cm2
- Esfuerzo admisible de corte (T) = 8 kg/cm2
- Módulo de elasticidad (E) = 5500 kg/cm2
- Módulo de elasticidad promedio (E p) = 90000 kg/cm2

Se trabajó con un peso especifico del concreto de 2400.00 kg/cm3, y los pesos de las maderas de encofrados se despreciaron ya que dan valores pequeños con respecto a los pesos de concreto que soportaran.
La máxima flecha permisible dependerá de la separación que exista entre los apoyos, cuando esta sea menor a 86.40 cm, la flecha máxima será 0.32 cm.
Los cálculos de los encofrados serán efectuados con los criterios de la teoría elástica.

2.2.4. DISEÑO DE ENCOFRADOS PARA LOSAS:

2.2.4.1. NOTACION:

- (σ) = Esfuerzo admisible a flexión de la madera (kg/cm2)
- (T) = Esfuerzo admisible a corte de madera. (kg/cm2)
- (E) = Módulo de elasticidad de la madera (kg/cm2)
- (W) = Carga por mt mayorada por factor de impacto.(kg/mt)

- (d) = espesor del entablado. (cm)
- (b) = ancho de la sección. (cm)
- (h) = altura del cuartón. (cm)
- (l) = separación entre carreras. (cm)
- (l'') = separación de los puntales. (cm)
- (I) = inercia de la sección. (cm4)

2.2.4.2. CRITERIOS DE DISEÑO:

El encofrado de una losa está compuesto por: tableros o entablados, carreras y puntales.

Las partes principales a considerar en el cálculo del encofrado son:

I. Cálculos de la carga unitaria total que actúa sobre el tablero de encofrado, teniendo en cuenta el efecto de impacto o sobrecarga que pueda suceder sobre la losa.
II. Tipo de madera que se va a utilizar para la elaboración del encofrado.
III. Determinación de la separación máxima entre las carreras que soportan el entablado.
IV. Determinación de la separación máxima entre los puntales que soportan las carreras.

2.2.4.3. CALCULO DE SEPARACIÓN DE LAS CARRERAS:

Para el cálculo de las separaciones de las carreras se estudian los efectos de flexión, corte y flecha en la madera del entablado, considerándola como si fuera

una viga continua soportando una carga uniformemente distribuida a todo lo largo y ancho de la misma.

Las ecuaciones utilizadas para evaluar los efectos de flexión, corte y flecha en la separación de las carreras fueron:

2.2.4.3.1. FLEXION:

En la flexión se usó como momento actuante:

$$M_A = WI^2/10$$

Y para momento resistente:

$$M_R = \sigma\, bd^2/6$$

Estas ecuaciones se igualaron y se obtuvo el valor de la separación de las carreras que por flexión es:

$$l = [10\ \sigma\ bd^2/(6W)]^{1/2}$$

2.2.4.3.2. CORTE:

En el estudio del efecto del corte en el entablero se toma un valor que, si bien no corresponde exactamente al verdadero valor de las vigas continuas, para efectos prácticos da resultados suficientemente aproximados para la precisión que se requiere.

El corte actuante es:

$$V_A = 5\,Wl/8$$

Y el corte resistente corresponde a :

$$V_R = 2\,r\,b\,d/3$$

Igualando ambas ecuaciones da un valor de separaciones de las carreras debido al corte, de:

$$l = 16\,r\,b\,d/(15\,w)$$

2.2.4.3.3. **FLECHA:**

Para este efecto también se tomó un valor aproximado al valor de flechas en un viga continua: la flecha máxima que se adopta en el entablado es de 0.32 cm.

La flecha actuante es igual a

$$\delta = 0.0054\,w\,l^4\,/(EI)$$

De donde igualando a la flecha máxima permisible que es 0.32 cm. Se obtiene un valor de:

$$l = [0.32\,EI/(0.0054\,W)]^{1/2}$$

2.2.4.3.4. SEPARACION DE LAS CARRERAS:

Los valores obtenidos de separación por flexión, corte y flecha son comparados y se toma el menor valor de los tres como separación de las carreras.

Seguidamente de la colocación de las carreras viene la distribución de los puntales

CALCULO DE LOSA ESPESOR DE 10 CM				
CORTE				
$L = \frac{1.07 * T * d * 100}{W}$	=	$\frac{1.07 * 8 * 3 * 100}{0.0024 * 1.3 * 10 * 100}$	8.23	MTS
FLEXION				
$L = \sqrt{\frac{1.67 * \sigma * d^2 * 100}{W}}$	=	$\sqrt{\frac{1.67 * 100 * 3^2 * 100}{0.0024 * 1.3 * 10 * 100}}$	2.19	MTS
FLECHA				
$L = \sqrt[4]{\frac{4.94 * E * d^3 * 100}{W}}$	=	$\sqrt[4]{\frac{4.94 * 90000 * 3^3 * 100}{0.0024 * 1.3 * 10 * 100}}$	1.40	MTS
FUENTE:	PROPIA			

2.2.4.3.5. SEPARACION DE LOS PUNTALES:

La distribución de los puntales depende de la separación de las carreras y de la escuadría de las misma, para este cálculo se usaron escuadrías de carreras de 5 x 8

cms, y de 5 x 10 cms., dimensiones que son las más usuales encontradas en el mercado.

La separación de los puntales viene condicionada por la resistencia a flexión y corte de las carreras y su rigidez. Se emplean las mismas fórmulas utilizadas en los tableros, en las que se reemplaza la geometría del tablero por la de las carreras, y la carga del tablero, por la carga a soportar por las carreras.

2.2.4.3.5.1. SELECCIÓN DEL PUNTAL:

En base a la separación de los puntales se determina la carga que soporta el puntal, la cual es comparada con la capacidad de los puntales en función de su altura. Si la carga que actúa sobre el puntal es menor que la resistente para la altura utilizada, se acepta el apuntalamiento, si no se deben disminuir las áreas tributarias sobre el puntal para, así disminuir su carga, de tal manera que cumpla con la capacidad de carga del puntal utilizado.

Par determinar la capacidad de carga de un puntal, véase el capítulo 10

En el caso de puntales metálicos; los fabricantes proporcionan gráficos en los que se representa la capacidad de carga para distintas alturas.

CORTE				
$L = \frac{1.07 * T * b * h}{W}$	=	$\frac{1.07 * 8 * 5 * 8}{0.0024 * 1.3 * 10 * 100}$	0.78	MTS
FLEXION				
$L = \sqrt{\frac{1.67 * \sigma * h^2 * b}{W}}$	=	$\sqrt{\frac{1.67 * 100 * 5^2 * 8}{0.0024 * 1.3 * 10 * 100}}$	1.1	MTS
FLECHA				
$L = \sqrt[4]{\frac{4.94 * E * h^3 * b}{W}}$	=	$\sqrt[4]{\frac{4.94 * 90000 * 5^3 * 8}{0.0024 * 1.3 * 10 * 100}}$	1.27	MTS
FUENTE:	PROPIA			

2.2.5. DISEÑO DE ENCOFRADOS PARA COLUMNAS

2.2.5.1. NOTACION:

σ = Esfuerzo admisible a flexion de la madera. (kg/cm2)

γ = Esfuerzo admisible a corte de la madera. (kg/cm2)

E= Módulo de elasticidad de la madera. (kg/cm2)

H=Altura del concreto en la columna. (mt)

d = Espesor del entablado. (cm)

S= Modulo de la sección del cepo, (cm3)

d ' = Dimensiones horizontal del cepo (cm)

b = Dimensiones verticales del cepo (cm)

X = Longitud de la carga distribuida que actúa sobre el cepo. (cm)

Y= longitud entre los apoyos del cepo. (cm)

l= separación entre los cepos. (cm)

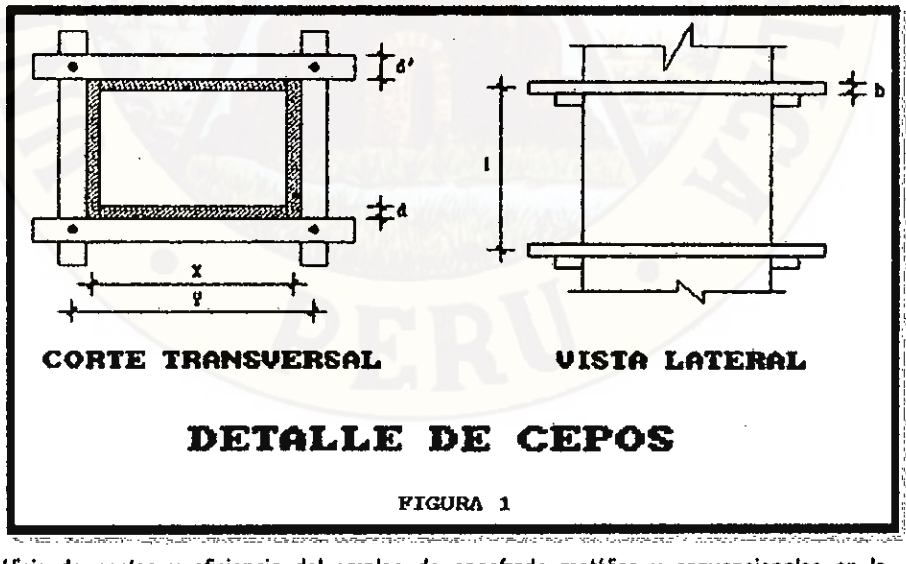


FIGURA 1

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

2.2.5.2. CRITERIOS DE DISEÑO:

Para la elaboración de los encofrados de columnas se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

I. La altura máxima a vaciar de una sola vez de una columna no debe exceder de 6 metros, a que produciría presiones del concreto muy grande sobre los encofrados (que según la norma del ACI no deben exceder de 14,650.00 kg/cm2), adicionalmente se dificultarían mucho las condiciones constructivas, tales como un buen vibrado de la columna.
II. Se supuso que el vaciado de concreto se realiza lo suficientemente rápido como para que se puede tomar la distribución de presiones de forma triangular y así simplificar los cálculos de cargas sobre los entablados de contorno de las columnas.
III. Se calcularon los cepos como si fueran elementos simplemente apoyados con una carga central uniforme repartida en una longitud menor que la longitud del cepo.
IV. La separación mínima entre los cepos será de 15 cms.

Para el diseño de los encofrados de las columnas, se supone conocido el espesor de la tabla de contorno, el problema consiste en determinar la separación máxima que deberán tener los cepos a partir de la presión desarrollada por el concreto, la flecha, y el esfuerzo a flexión y a corte en las zonas del entablado comprendido entre los cepos.

Para el cálculo de la presión de concreto sobre el entablado se multiplica la altura de la columna por el peso específico del concreto y eso de la presión del

concreto en el pie de la columna, para simplificación de los cálculos esta presión se supone constante a todo lo largo del encofrado.

Ya definida la carga que actúa sobre el encofrado se procede a calcular la separación que deberán tener los cepos.

2.2.5.3. SEPARACIÓN DE CEPOS:

La separación de los cepos viene condicionada por dos aspectos; el primero es la resistencia y rigidez del entablado; la segunda la resistencia del cepo. En ambos casos se obtienen separaciones máximas permisibles, seleccionando la menor de ambas.

2.2.5.3.1. SEPARACION DE LOS CEPOS DEBIDO AL ENTABLADO:

1. La separación que deberán tener los cepos por efecto de la resistencia a la flexión es:

$$l = (6.94\,\sigma\,d^2/H)^{1/2}$$

2. Por efecto de la resistencia al corte la separación de los cepos será:

$$l = 4.44\,\gamma\,d/H$$

3. La separación que deben tener por efecto de flecha admisible:

$$l = (0.238\,E\,d^3/H)^{1/3}$$

2.2.5.3.2. SEPARACION DE LOS CEPOS DEBIDO A SU RESISTENCIA:

Para una sección rectangular y analizando el cepo paralelo a la sección mayor de la columna, fórmula empleada para hallar la separación debido a la fuerza que trasmite el entablado es:

$$l = \delta S \sigma / PX\ (2Y - X)$$

DONDE:

S = Modulo de la sección y viene dado por la fórmula:

$$S = b\, d^2/6$$

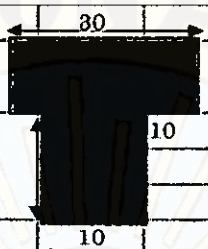
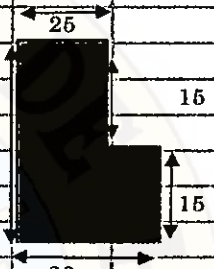
P= carga sobre el cepo y viene dada por la fórmula:

$$P = 0.24\, H$$

Después de obtenida esa separación se procederá al encofrado de las columnas con la colocación del entablado de contorno y los cepos.

En el encofrado de las columnas circulares solo se determinara la separación de los cepos por la resistencia que aporta la madera del entablado, ya que la resistencia que tienen los cepos es suficiente para soportar esas separaciones impuestos por l madera del entablado del contorno, las formulas a usar son las mismas que para columnas rectangulares

CALCULO CON SECICION DE LONGITUD L=30 CM

CIRCULO	CUADRADO	SECCION T	SECCION L
			

CALCULO DE SEPARACION DE CEPOS

$$l_{flexión} = \sqrt{\frac{6.97 * \sigma * d^2}{H}} \quad \sqrt{\frac{6.97 * 100 * 2.5^2}{1.5}} \quad 53.77 \text{ CM}$$

$$l_{corte} = \frac{4.49 * r * d}{H} = \frac{4.49 * 8 * 2.5}{1.5} \quad 59.20 \text{ CM}$$

$$l_{flecha} = \sqrt[3]{\frac{0.238 * E * d^2}{H}} \quad \sqrt[3]{\frac{0.238 * 100 * 2.5^2}{1.5}} \quad 51.47 \text{ CM}$$

CALCULO DE PRESION

$$P = 2400 * H = 2400 * 1.5 = 3600 \text{ KG/CM2}$$

HALTURA DE COLUMNA 1.5 MTS

SEPARACION DE CEPOS SEGÚN SU RESISTENCIA

$$L = 8 * S * \sigma / P * X * (2 * Y - X) \quad 19.29 \text{ CM}$$

$$\frac{8 * 10.42 * 100}{3600 * 30 * (35 - 30)}$$

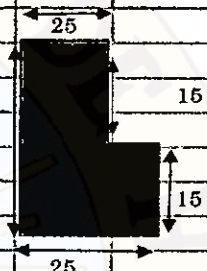
MODULO DE LA SECCION

$$S = \frac{b * d^2}{6} = \frac{2.5 * 5^2}{6} = 10.42 \text{ CM}$$

NOTAS

FUENTE: PROPIA

CALCULO CON SECICION DE LONGITUD L=25 CM

CIRCULO	CUADRADO	SECCION T	SECCION L
			

CALCULO DE SEPARACION DE CEPOS

$$l_{flexión} = \sqrt{\frac{6.97 * \sigma * d^2}{H}} \quad \sqrt{\frac{6.97 * 100 * 5^2}{1.5}} \quad 63.77 \text{ CM}$$

$$l_{corte} = \frac{4.49 * r * d}{H} = \frac{4.49 * 8 * 2.5}{1.5} \quad 59.20 \text{ CM}$$

$$l_{flecha} = \sqrt[3]{\frac{0.238 * E * d^2}{H}} \quad \sqrt[3]{\frac{0.238 * 100 * 2.5^2}{1.5}} \quad 51.47 \text{ CM}$$

CALCULO DE PRESION

$$P = 2400 * H \quad 2400 * 1.5 = 3600 \text{ KG/CM2}$$

HALTURA DE COLUMNA 1.5 MTS

SEPARACION DE CEPOS SEGÚN SU RESISTENCIA

$$L = 8 * S * \sigma / P * X * (2 * Y - X) \quad 26.46 \text{ CM}$$

$$\frac{8 * 10.42 * 100}{3600 * 25 * (30 - 25)}$$

MODULO DE LA SECCION

$$S = \frac{b * d^2}{6} = \frac{2.5 * 5^2}{6} = 10.42 \text{ CM}$$

NOTAS

FUENTE: PROPIA

CALCULO CON SECICION DE LONGITUD L=20 CM

CIRCULO	CUADRADO	SECCION T	SECCION L

CALCULO DE SEPARACION DE CEPOS

$$l_{flexión} = \sqrt{\frac{6.97 * \sigma * d^2}{H}} \quad \sqrt{\frac{6.97 * 100 * 2.5^2}{1.5}} \quad 53.77 \text{ CM}$$

$$l_{corte} = \frac{4.49 * r * d}{H} = \frac{4.49 * 8 * 2.5}{1.5} \quad 59.20 \text{ CM}$$

$$l_{flecha} = \sqrt[3]{\frac{0.238 * E * d^2}{H}} \quad \sqrt[3]{\frac{0.238 * 100 * 2.5^2}{1.5}} \quad 51.47 \text{ CM}$$

CALCULO DE PRESION

$$P = 2400 * H \quad 2400 * 1.5 = 3600 \text{ KG/CM2}$$

HALTURA DE COLUMNA 1.5 MTS

SEPARACION DE CEPOS SEGÚN SU RESISTENCIA

$$L = 8 * S * \sigma / P * X * (2 * Y - X)$$

$$\frac{8 * 10.42 * 100}{3600 * 15 * (2 * 20 - 15)} = 0.73 \text{ CM}$$

MODULO DE LA SECCION

$$S = \frac{b * d^2}{6} = \frac{2.5 * 5^2}{6} = 10.42 \text{ CM}$$

NOTAS

FUENTE: PROPIA

CALCULO CON SECICION DE LONGITUD L=15 CM

CIRCULO	CUADRADO	SECCION T	SECCION L

CALCULO DE SEPARACION DE CEPOS

$$l_{flexión} = \sqrt{\frac{6.97 * \sigma * d^2}{H}} \quad \sqrt{\frac{6.97 * 100 * 5^2}{1.5}} \quad 53.77 \text{ CM}$$

$$l_{corte} = \frac{4.49 * r * d}{H} = \frac{4.49 * 8 * 5}{1.5} \quad 59.20 \text{ CM}$$

$$l_{flecha} = \sqrt[3]{\frac{0.238 * E * d^2}{H}} \quad \sqrt[3]{\frac{0.238 * 100 * 5^2}{1.5}} \quad 51.47 \text{ CM}$$

CALCULO DE PRESION

$$P = 2400 * H = 2400 * 1.5 = 3600 \text{ KG/CM2}$$

HALTURA DE COLUMNA 1.5 MTS

SEPARACION DE CEPOS SEGÚN SU RESISTENCIA

$$L = 8 * S * \sigma / P * X * (2 * Y - X)$$

$$\frac{8 * 10.42 * 100}{3600 * 10 * (2 * 15 - 10)} = 115.74 \text{ CM}$$

MODULO DE LA SECCION

$$S = \frac{b * d^2}{6} = \frac{2.5 * 5^2}{6} = 10.42 \text{ CM}$$

NOTAS

FUENTE: PROPIA

- En el encofrado de las columnas circulares solo se determinara la separación de los cepos por la resistencia que aporta la madera del entablado, ya que la resistencia que tienen los cepos es suficiente para soportar esas separaciones impuestos por l madera del entablado del contorno, las formulas a usar son las mismas que para columnas rectangulares
- Para el cálculo de diferentes secciones como son de sección T y L se utilizaran las mismas formulas teniendo en consideración el lado mayor o lado más crítico que recibirá mayor presión lateral al momento del vaciado del concreto

2.2.6. ENCOFRADOS PARA VIGAS:

2.2.6.1. NOTACION:

σ = Esfuerzo admisible a flexion de la madera. (kg/cm2)

γ = Esfuerzo admisible a corte de la madera. (kg/cm2)

E= Módulo de elasticidad de la madera . (kg/cm2)

H=Altura del concreto en la viga. (mt)

d = Espesor del entablado. (cm)

b = ancho de la viga (mt)

P = carga actuante sobre el puntal. (kg)

l= separación entre los puntales. (cm)

2.2.6.2. CRITERIOS DE DISEÑO:

Las suposiciones en las cuales se basa el diseño de los encofrados de las vigas son las siguientes:

1. El fondo de la tabla es una viga continua con más de dos tramos simplemente apoyadas.
2. El fondo de la tabla tiene una carga uniformemente repartida a todo lo largo.
3. Para la determinación de las cargas que actúan sobre las tablas de fondo solo se debe tener en cuenta el peso propio del concreto más un treinta por ciento (30 %) de incremento de ese peso con finalidad de disponer un factor de seguridad adicional en caso dado de una sobrecarga eventual o un impacto que pueda ocurrir sobre el elemento estructural.

2.2.6.3. SEPARACION DE LOS PUNTALES:

La parte más importante en la elaboración del encofrado de las vigas es la separación que existe entre los puntales a lo largo de los fondos de las vigas, cuya separación está limitada por l resistencia a flexión, corte y flecha admisible de las tablas que constituye dichos fondos y por otra parte, la capacidad de soporte de los puntales.

Las formulas a utilizar en el diseño son las siguientes.

1. Separación de los puntales por resistencia a flexión de la madera del fondo:

$$l = (1.67\ \sigma\ d^2 /\ w)^{1/2}$$

2. Separación de los puntales por resistencia al corte de la madera del fondo:

$$l = 1.07\ \gamma\ d\ /\ w$$

3. La separación de los puntales debidos a la condición de flecha admisible está condicionada por la flecha máxima permisible en encofrados de concreto, la cual equivale a 0.32 cms o al valor de la luz entre los puntales dividida entre 270.

La distancia entre puntales para la que ambas condiciones son iguales viene de la relación siguiente:

$$\frac{l}{270} = 0.32$$

$$l = 86.40\ cms$$

Para la condición de flecha máxima admisible igual a 0.32 cm., la separación de los puntales viene dada por formula:

$$l = (4.94\ E\ d^2/w)^{1/2}$$

Para la condición de la flecha máxima admisible igual a $l/270$, la separación de los puntales viene dada por la fórmula.

$$l = (\ E\ d^3\ 0.057/w)^{1/3}$$

Donde en todos los casos anteriores w = 0.312 H

De todas las separaciones entes calculados se toma la menor y se procede a la verificación de la capacidad de soporte del puntal tal como se indica en el capítulo del diseño de los puntales.

La carga actuante sobre el puntal que viene dada por:

$$P = 31.2\ H\ l\ b$$

Esta carga actuante debe ser menor o igual que la carga que resistente el puntal, de no ser así se debe disminuir la separación entre los puntales y de ser muy pequeña esa separación se procederá a colocar un cuartón perpendicular al eje de la viga y se soportara con dos puntales por apoyo.(ver fotos en anexo "C")

2.2.6.4. DISEÑO DE PUNTALES:

2.2.6.4.1. NOTACION:

σ = Esfuerzo admisible a comprensión paralelo a la fibra de la madera. (kg/cm2)

E= Módulo de elasticidad de la madera. (kg/cm2)

A= Área neta de la sección transversal del puntal. (cm2)

d = Mayor dimensión de la sección del puntal.. (cm)

r = Radio del puntal en caso de sección circular). (cm)

L = Longitud del puntal. (cm)

P= Carga admisible del puntal. (kg)

2.2.6.4.2 DETERMINACION DE LA CARGA MAXIMA ADMISIBLE:

La carga máxima que puede soportar un puntal vertical depende de los factores siguientes

A. Tensión admisible a comprensión, paralela a la fibra.
B. Área de la sección transversal del puntal.
C. Relación de esbeltez.

Para determinar la carga máxima admisible sobre un puntal se deberá emplear el área efectiva o neta de la sección transversal.

Para la elaboración de la graficas de los puntales de madera se supuso que los puntales son totalmente rectos ya que estos son bastantes regulares en su dirección longitudinal y se tomó un diámetro promedio para poder trabajar con el puntal. Las formulas utilización fueron desarrolladas por EL FOREST PRODUCTA LABORATOR DEL U.S FOREST SERVICE para puntales rectangulares de longitudes pequeñas, mediana y grandes. Como se trabajó con puntales circulares se tuvo que igualar el radio de giro de una sección circular con radio de giro de una sección cuadrada y así poder obtener la dimensión de la sección rectangular equivalente a ese puntal circular y poder trabajar así la relación de esbeltez L/d donde:

$$d = r\sqrt{12}/4$$

Para la elaboración de las gráficas de puntales se trabajó con diámetros de 5, 6, 7 y 8 cms. También se utilizaron cuartones cuya escuadría es de 5 x 10 cms.
Estas graficas son recomendadas para el diseño de encofrados de madera siempre y cuando se cumplan las hipótesis planteadas.

En la actualidad los puntales de aceros son los más utilizados en la construcción ya que poseen una gran capacidad portante.

Las normas de maderas andinas nos indican que el esfuerzo a flexión tipo "C" es de 80 kg/cm2, los puntales se clasificación según su relación L/d en columnas cortas, intermedias y esbeltas, lo cual nos va a ayudar a determinar después cual es la carga que puede soportar cada puntal.

1. En columnas de pequeña longitud cuya esbeltez cumpla con la condición entre $L/d < 10$, la carga admisibles viene dada por:

$$P = \sigma A$$

2. En columnas de longitud intermedia con esbeltez comprendida entre $10 < L/d < 18.42$, carga admisible es:

$$P = A\sigma \left[\left[1 - 1/3\left(\frac{L}{18.42d}\right)^4\right]\right]$$

3. En columnas de gran longitud con esbeltez comprendida entre $18.42 < \frac{L}{d} < 50$, la carga admisible viene dada por:

$$P = 0.329\, A\, E/(L/d)^2$$

4. No se admiten columnas con relación de esbeltez mayor a 50. Después de obtener los respectivos valores de carga estos se grafican contra las alturas correspondientes, de aquí se puede obtener el valor de soporte de cada puntal que es inversamente proporcional a la altura, es decir a mayor altura, menor capacidad de soporte del puntal, es conveniente que el cociente entre la carga admisible del puntal y la carga aplicada sea mayor de 1.

PARA ALTUAS DE 1.2 MTS CON d= 2.5 CM				
FLEXION				
$L=\sqrt{\left(\frac{1.67*\sigma*d^2}{W}\right)}$	$=\sqrt{\frac{1.67*100*2.5^{2.5}}{0.003[illegible]*1.2}}$	=	0.53	MTS
CORTE				
$L=\frac{1.07*T*d}{W}$	$=\frac{1.07*8*2.5}{0.00312*1.2}$	=	0.57	TMS
$L=\sqrt[3]{\frac{E*d^3*0.238}{1.3*H}}$	$=\sqrt[3]{\frac{90000*2.5^3*0.238}{1.3*1.2}}$	=	0.60	MTS
LA OPERACIÓN DE REPITE PARA DIFERENTES ALTURAS				
FUENTE: PROPIA				

2.2.7. SISTEMAS DE ENCOFRADO METÁLICO

Con el correr del tiempo, la tecnología y el proceso de industrialización fueron ganando terreno con el trabajo artesanal, y los encofrados no escapan a esta realidad.

La necesidad por un lado de conseguir materiales que fuesen más económicos, resistentes y en ciertos casos más livianos que la madera; y por otro, la necesidad de proteger los bosques, hizo que aparecieran en el mercado una serie de sistemas de encofrados realizados con distintos materiales como: metal, plástico, fibra, etc., que fueron desplazando poco a poco a los encofrados de madera.

Por otro lado, los costos pasaron a controlar la ejecución de proyectos, por lo que una mayor velocidad en la construcción marcará la diferencia entre las distintas soluciones. Esto hace que se comience a innovar en tecnologías y marca por lo tanto la creación de los moldajes trepantes, autos trepantes y deslizantes para la construcción de estructuras verticales.

Los moldajes trepantes consisten en un sistema modular de altura variable, donde el encofrado se une a una plataforma trepante que se afirma a muros ya construidos mediante anclajes que van introducidos en el hormigón. Se eleva la consola junto al encofrado mediante el uso de una grúa. El sistema auto trepante es básicamente un sistema de trepa

Convencional al que se le añaden soluciones mecánicas e hidráulicas para conseguir que la elevación del sistema se realice sin necesidad de grúa.

Por su parte, los encofrados deslizantes poseen una altura de aproximadamente 1m, y se arman a nivel de la fundación o desde se quiere comenzar a deslizar. El molde se eleva continuamente mediante la utilización de gatos hidráulicos que trepan por barras metálicas que quedan introducidas en el hormigón.

En esta parte se tratan los encofrados metálicos, entre los cuales se cuentan como más importantes: los encofrados verticales.

2.2.7.1 ENCOFRADOS VERTICALES:

Los encofrados industriales Prefabricados se tienen los siguientes:(panel, grapas, estabilizadores, ménsulas de trabajo y ganchos de izado).
Los encofrados metálicos son suministrados por empresas especializadas y deberá ser elegido el sistema comercial que más se adapte a las necesidades o a los procesos de trabajos previstos.

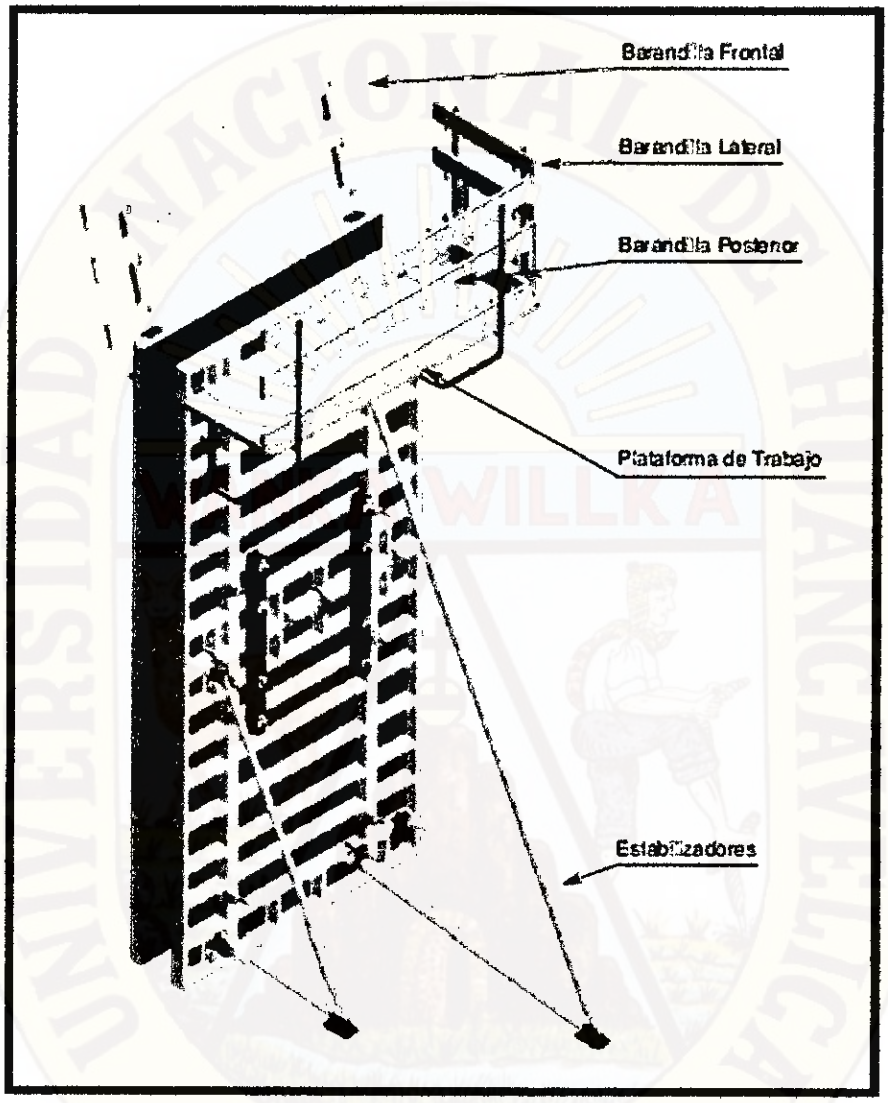


Figura 3 Encofrado Metálico

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

Los encofrados verticales son utilizados en la realización de pilares, pilas, muros, pantallas, etc.

2.2.7.2. ENCOFRADO DE MURO A DOS CARAS:

Es un encofrado robusto, habitualmente formado por un bastidor metálico con cara encofrante de madera o chapa, orientado a la ejecución de muros con encofrado en las 2 caras de los mismos con gran superficie y buen acabado. Ver Figura 4

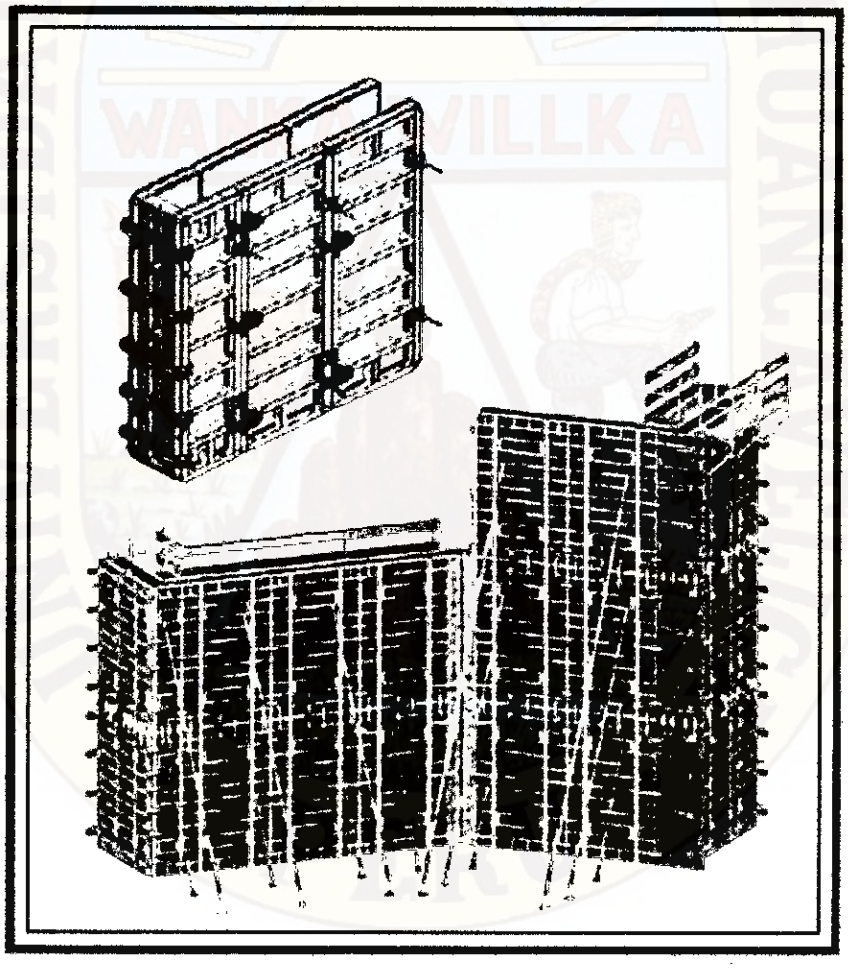


Figura 4 encofrado de muro a dos caras

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

2.2.7.3. ENCOFRADO DE PILARES:

Es un encofrado semi pesado llegando a ser Manu portable en algunos casos. Igual que el encofrado de muro, puede estar formado por un bastidor metálico con caras encofrante de madera o chapa, orientado a la ejecución de pilares o columnas con encofrado en las 4 caras de los mismos (cuadradas o rectangulares) o circulares. Ver Figura 4a.

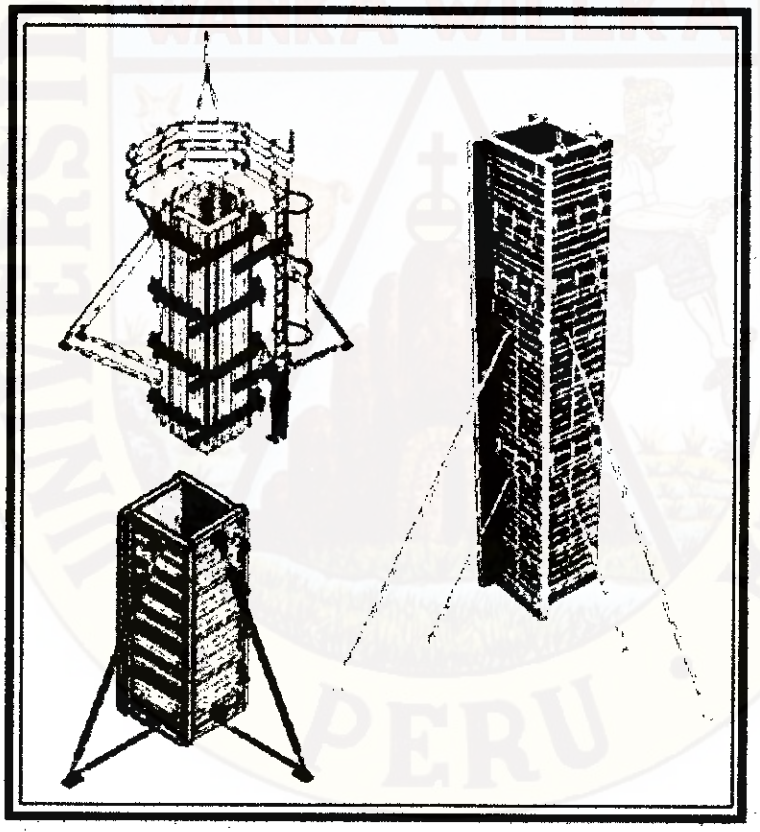


Figura 4a Encofrado de pilares

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

2.2.7.4. ENCOFRADO DE MURO A UNA CARA

Es un encofrado robusto, formado por un bastidor metálico con cara encofrante de madera o chapa, orientado a la ejecución de muros o pantallas con encofrado en 1 cara de los mismos (generalmente se realizan contra el terreno o en taludes) con gran superficie y buen acabado. Ver Figura 5.

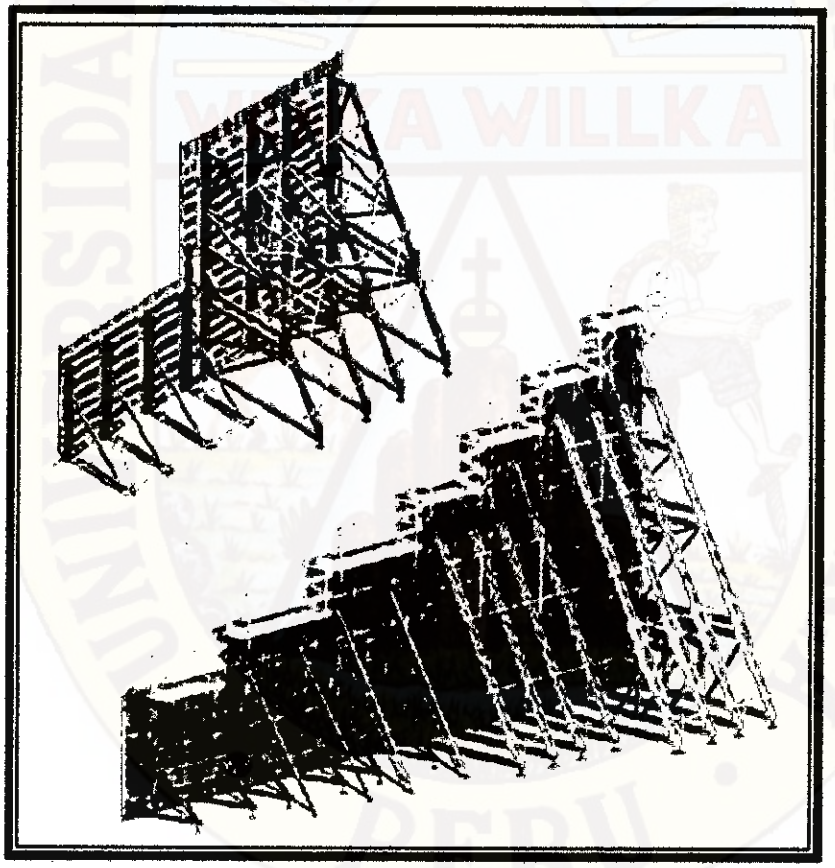
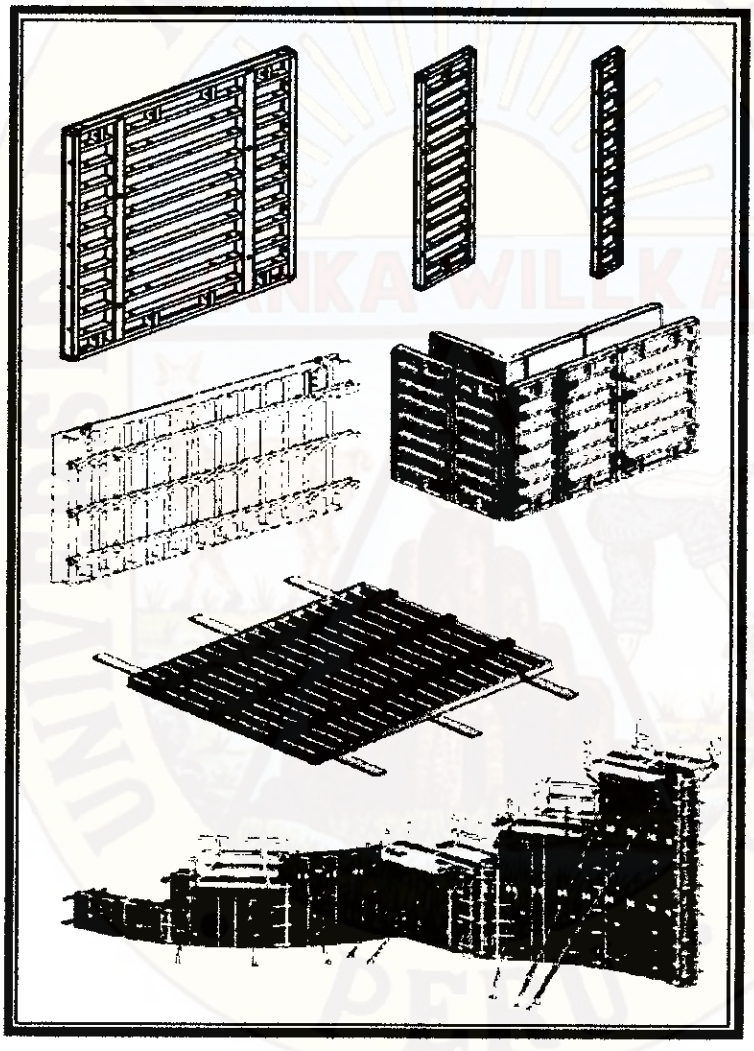


Figura 5 Encofrado de muro a una cara

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

2.2.7.5. COMPONENTES:

Los principales componentes utilizados en el encofrado vertical son: Paneles, pueden ser modulares o de forma. Ver Figura 6.

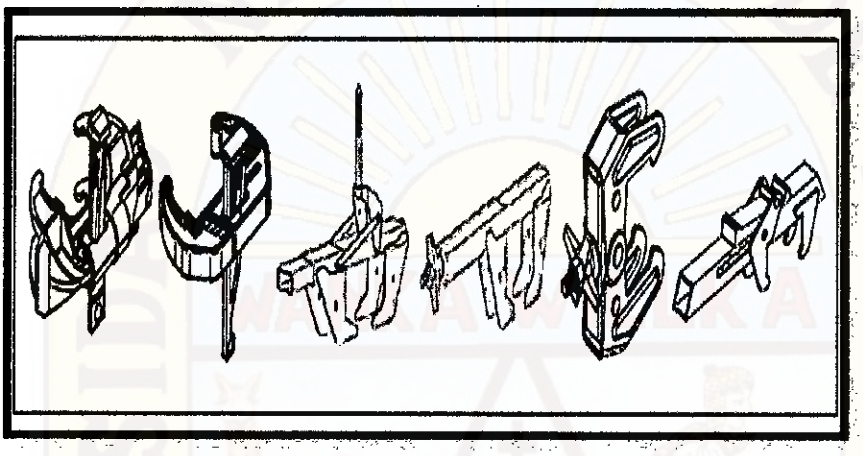


Figuras 6 Tipos de paneles

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

2.2.7.5.1. GRAPAS:

Estará conformes a las especificaciones de los fabricantes. Ver Figura 7.



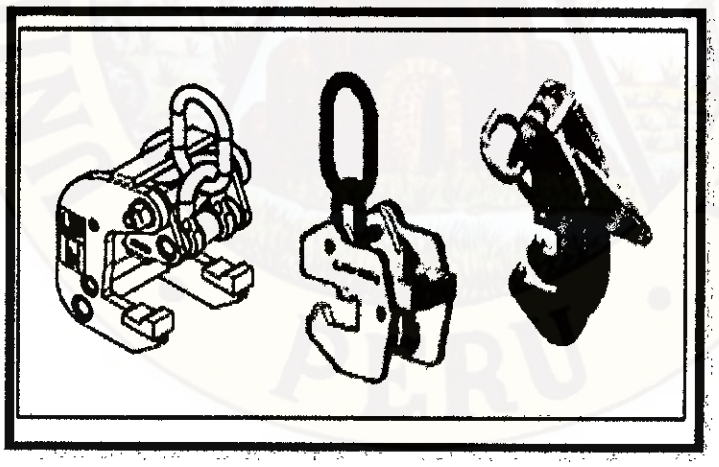
Figuras 7 Tipos de grapa

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima

2.2.7.5.2 GANCHOS DE IZADO:

Los ganchos de izado estarán normalizados, certificados y tendrán marcado CE. Ver Figura 8

En el caso de utilizar dos ganchos de izado de una capacidad de carga de trabajo de cada uno de ellos por separado de 1000 kp, el peso máximo a levantar empleando dos ganchos es P = 2000xsenα, siendo imprescindible emplear eslingas lo suficientemente largas como para que el ángulo, formado por cada una de ellas y el panel, no sea excesivamente agudo (se requiere α≥60°). Dichas eslingas deben ser de la misma longitud y quedar dispuestas de manera simétrica respecto al eje de simetría vertical del conjunto, con objeto de asegurar que la carga se reparte por igual en ambos ganchos de izado. Ver Figura 2.08



Figuras 07 Vista de tres tipos de gancho de izado

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de Lima"

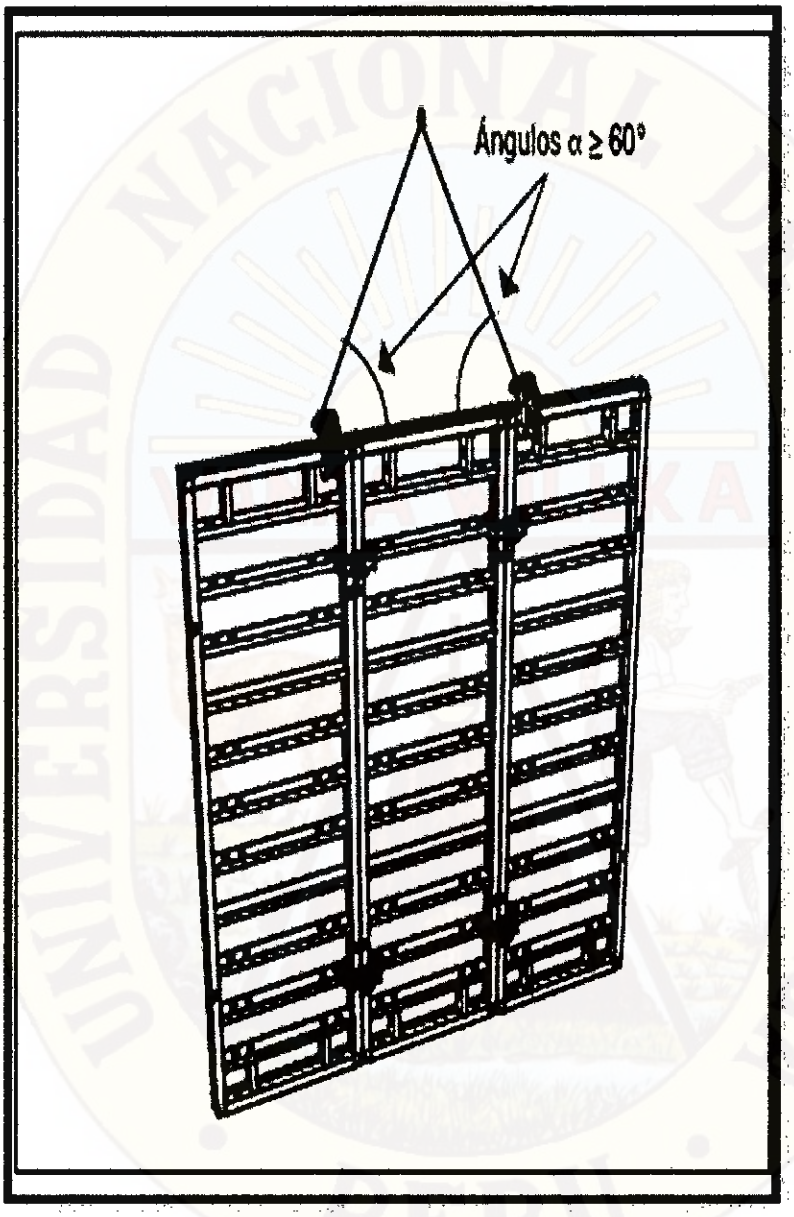
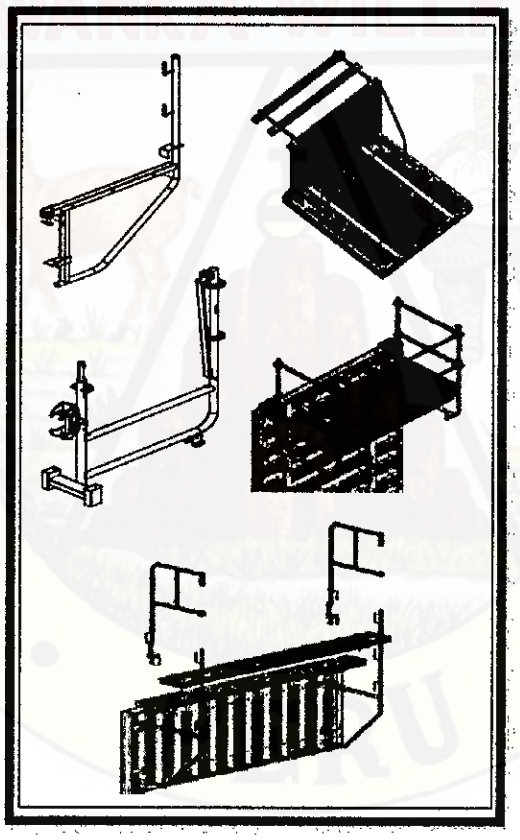


Figura 08 Levantamiento de paneles mediante eslingas y ganchos (ángulo entre cada ramal y panel ≥60°)

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

2.2.7.5.3. MÉNSULAS/CONSOLAS DE TRABAJO:

Las ménsulas/consolas de trabajo tendrán una anchura mínima de 60cm y tendrán unas barandillas según la norma UNE-EN 13374:2004 formada por pasamanos, listón intermedio y rodapiés. Las plataformas de trabajo pueden ser de madera o metálicas utilizando para ello plataformas de andamio que otorgan mayor garantía y seguridad. Ver Figura 09



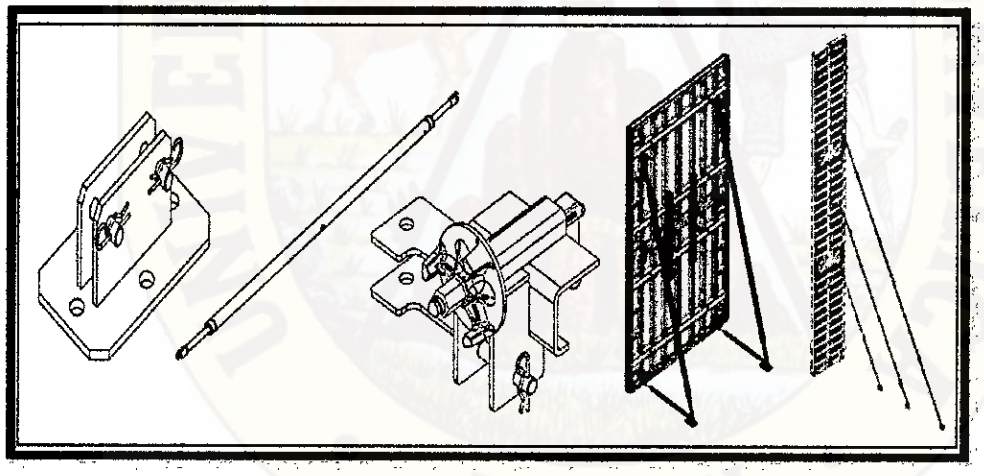
Figuras 09 Tipos de ménsulas/consolas de traba

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

2.2.7.5.4 TENSORES O ESTABILIZADORES/TORNAPUNTAS,

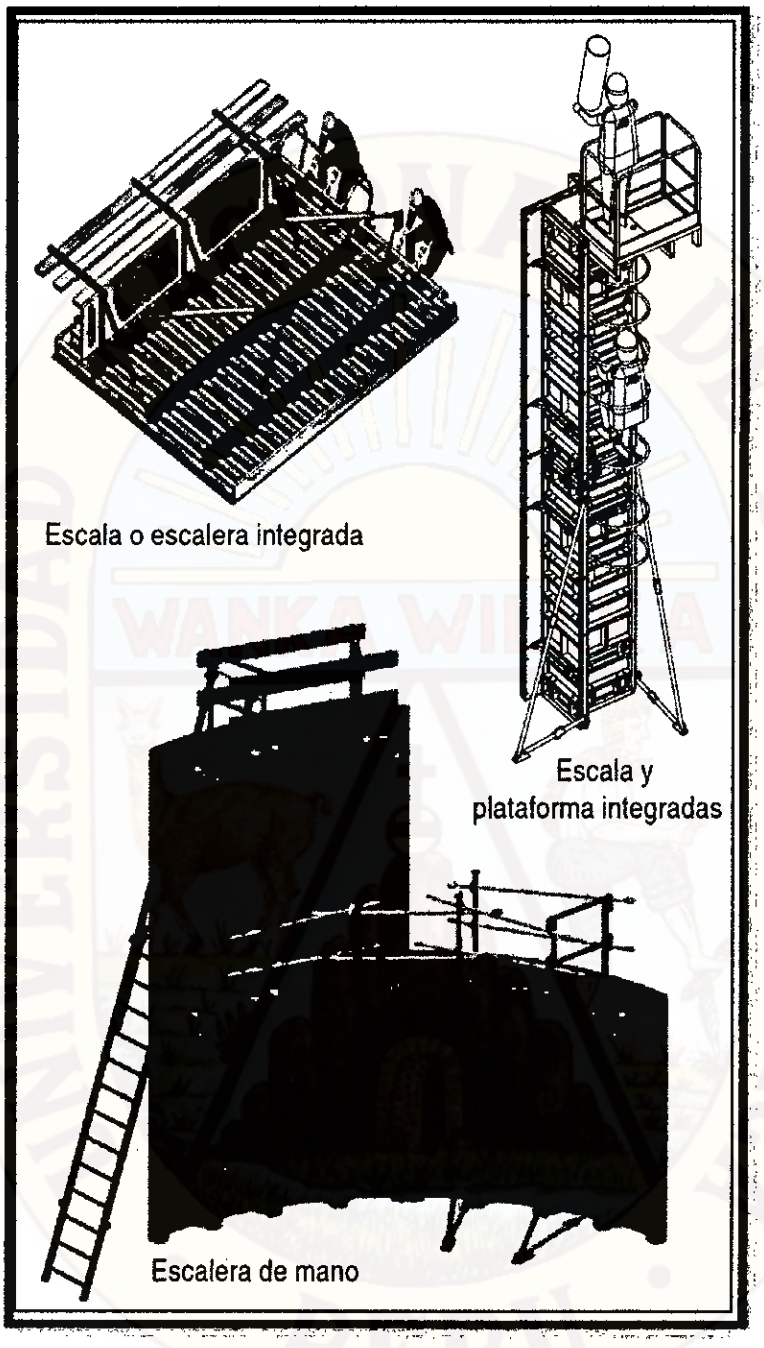
Estarán conformes a las especificaciones de los fabricantes. Ver Figura 10

Accesos, estará formado por una escalera de andamio tubular, una escalera integrada en el encofrado o una escalera de mano que cumpla con la norma UNE-EN 131. Ver Figura 11



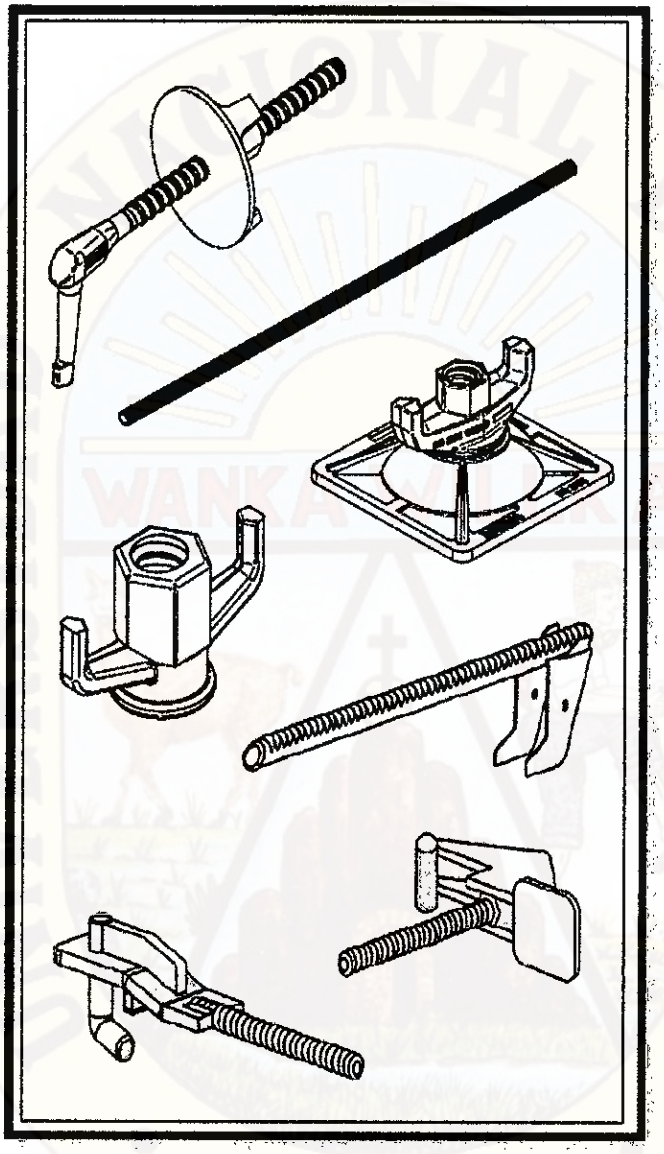
Figuras 10 Tipos de ménsulas de tensores o estabilizadores/tornapuntas

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"



Figuras 11 Accesos

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"



Figuras 12 Accesorios

Accesorios, estarán conformes a las especificaciones de los fabricantes. Ver Figura 12

Fuente: Tesis "análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrado metálico y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima"

2.2.8. DESENCOFRADOS:

El desencofrado es el último paso a seguir en el encofrado de las estructuras de concreto armado. Los encofrados y puntales deben ser construidos de tal forma que puedan ser removidos fácilmente y de una forma segura, sin impacto o choques bruscos.

El ingeniero es el encargado de indicar cuanto tiempo deberá permanecer el encofrado, esto basado en ensayos elaborados al concreto que demuestren la resistencia del mismo y su capacidad de auto-soportarse ; el desarrollo de la resistencia del concreto depende del tipo de cemento , temperatura del medio ambiente y aditivos agregados, factores que aran variar los periodos para los desencofrados.

Según las normas del ACI-93 "guías para encofrados de concreto" del comité 347, los periodos de desencofrado (a partir del momento del fraguado del concreto) no necesariamente consecutivos serán los que se indican en la tabla siguiente:

TIEMPOS DE DESENCOFRADO RECOMENDADOS

PERIODO MINIMOS DE DESENCOFRADO Y DESCIMBRADO DE ELEMENTOS DE HORMIGON ARMADO					
SUPERFICIAL DEL HORMIGON (°C)		> 24°	16°	8°	2°
Encofrado verticales		9 horas	12 horas	18 horas	30 horas
Losas					
	Fondo de encofrado	2 días	3 días	5 días	8 días
	puntales	7 días	9 días	13 días	20 días
Vigas					
	Fondo de encofrado	7 días	9 días	13 días	20 días
	puntales	10 días	13 días	18 días	28 días

FUENTE: "manual de diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.

2.3 HIPÓTESIS

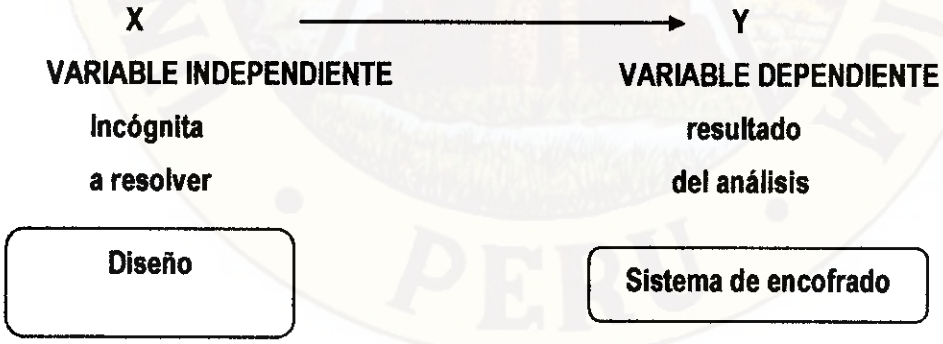
2.3.1. HIPÓTESIS

Hipótesis General: El diseño garantiza el adecuado encofrado de los diferentes elementos que conforman una estructura en edificación en el distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica.

Hipótesis Específica:

- El diseño garantiza el adecuado encofrado en la losa en edificaciones en el distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica.
- El diseño garantiza el encofrado en vigas en edificaciones en el distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica
- El diseño garantiza el adecuado encofrado en la columna en edificaciones en el distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica.

2.4 VARIABLES DE ESTUDIO.



CAPITULO III:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN:

La investigación a realizarse es una investigación **PURA** ya que busca siempre contribuir a la ampliación del conocimiento científico.

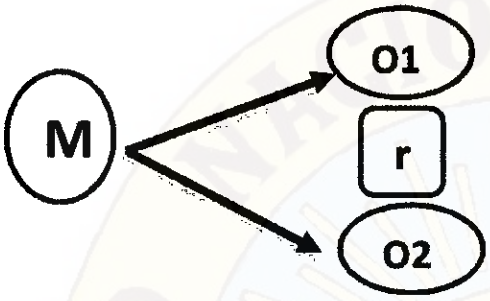
3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación a ejecutarse es descriptivo..

3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación es Científico.

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:



Donde;

M = muestra
O1 = variable independiente
O2 = variable dependiente
r = relación en las dos variables

3.6 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO:

POBLACIÓN: Las obras ejecutadas en el año 2014 por la sub gerencia del gobierno regional de Huancavelica.

MUESTRA: Una obra "Mejoramiento De Los Servicios Educativos De Institución Educativa José Carlos Mariátegui De Ccollpapampa Del Distrito De Lircay – Angaraes – Huancavelica".

MUESTREO: Intencional

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron:

- Observación documental o bibliográfica.
- El material consultado se basó en: texto, reglamentos y normas, diccionarios enciclopédicos.

3.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

- Se consultado trabajos, expedientes técnicos, tesis, existentes sobre el tema.

3.9 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El procesamiento de datos se realizara con software como son Word 2010, Excel 2010, AutoCAD 2012, S10, tomando las nuevas innovaciones tecnológicas que amerite esta propuesta técnica.

CAPITULO IV:

RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS:

4.1.1. TABLAS PARA DISEÑO:

Las tablas que parecen a continuación, tienen la finalidad de presentar de una manera resumida, todos los valores que se deberán emplear para el diseño de los encofrado para los elementos estructurales estudiados en este trabajo.

Los valores contenidos en estas tablas se obtuvieron mediante las formulas e hipótesis explicadas en los capítulos anteriores.

En el anexo "B" aparecen los flujos gramas de los pasos seguidos en dichos cálculos.

4.1.1.1 ENCOFRADOS DE LOSAS.

Tablas 1 al 10

Para el diseño de encofrados de losas se determinaron las separaciones de las carreras y puntales con tableros de 2.5 y 3 cms para las losas macizas y nervadas

de distintos espesores, se presentan los resultados de las separaciones requeridas por flexión, corte y flecha.

Las tablas 9 y 10 muestran un resumen de los resultados de las tablas 1 a 8, utilizando puntales de acero.

Las cargas que actúan sobre el entablado son aumentadas en un 30% con la finalidad de cubrir cualquier sobrecarga momentánea correspondiente al factor impacto.

ENCOFRADO PARA LOSAS MACISAS:

SEPARACION MAXIMA DE LAS CARRERAS

σ = 100.00 Kg/cm2

E = 90000.00 Kg/cm2

σ = 8.00 Kg/cm2

tabla para espesores de tableros corridos de d= 3.00 cm

separacion de carreras (mts)

	SEPARACION DE LOSAS (CM)						
Efecto	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00
Flexion	2.16	1.79	1.55	1.39	1.27	1.17	1.10
Corte	8.21	5.47	4.10	3.28	2.74	2.34	2.05
Flecha	1.40	1.27	1.18	1.11	1.06	1.02	0.99

FUENTE:PROPIA TABLA # 1

SEPARACION MAXIMA DE LOS PUNTALES (MT)

Tableros corridos de d= 3.00 cm de espesor

Espesor de la losa (cm)	separac. de	Efecto	Separación de	
			5 X 8 cm	5 X 10 cm
10	1.40	Flexion	1.1	1.4
		Corte	0.8	0.9
		Flecha	1.17	1.23
15	1.27	Flexion	1.1	1.4
		Corte	0.7	0.7
		Flecha	1.05	1.11
20	1.18	Flexion	1.1	1.4
		Corte	0.6	0.6
		Flecha	0.98	1.04
25	1.11	Flexion	1.1	1.4
		Corte	0.5	0.6
		Flecha	0.93	0.98
30	1.06	Flexion	1.1	1.4
		Corte	0.5	0.5
		Flecha	0.89	0.94
35	1.02	Flexion	1.1	1.4
		Corte	0.4	0.5
		Flecha	0.85	0.90
40	0.99	Flexion	1.1	1.4
		Corte	0.4	0.4
		Flecha	0.82	0.87

FUENTE: PROPIA

TABLA # 2

TABLA PARA ESPESORES DE TABLEROS CORRIDOS DE d= 2.50 cm

	separacion de carreras (mts)						
	SEPARACION DE LOSAS (CM)						
Efecto	**10.00**	**15.00**	**20.00**	**25.00**	**30.00**	**35.00**	**40.00**
Flexion	1.83	1.49	1.29	1.16	1.05	0.98	0.91
Corte	6.84	4.56	3.42	2.74	2.28	1.95	1.71
Flecha	1.22	1.10	1.03	0.97	0.93	0.89	0.86

FUENTE: PROPIA

TABLA # 3

SEPARACION MAXIMA DE LOS PUNTALES (MT)

Tableros corridos de d= 2.50 cm de espesor

Espesor de la losa (cm)	separac. de carreras	Efecto	Separación de puntales para carreras de	
			5 X 8 cm	5 X 10 cm
10	1.22	Flexion	1.18	1.48
		Corte	0.9	1.12
		Flecha	1.31	1.55
15	1.1	Flexion	1.02	1.27
		Corte	0.66	0.83
		Flecha	1.22	1.44
20	1.03	Flexion	0.91	1.14
		Corte	0.53	0.67
		Flecha	1.15	1.36
25	0.97	Flexion	0.84	1.05
		Corte	0.45	0.56
		Flecha	1.11	1.31
30	0.93	Flexion	0.78	0.98
		Corte	0.39	0.49
		Flecha	1.07	1.26
35	0.89	Flexion	0.74	0.92
		Corte	0.35	0.44
		Flecha	1.04	1.23
40	0.86	Flexion	0.7	0.88
		Corte	0.32	0.4
		Flecha	1.01	1.2

FUENTE: PROPIA

TABLA # 4

4.1.1.2. ENCOFRADOS PARA LOSAS NERVADAS

ENCOFRADO DE LOSAS NERVADAS							
	Separacion maxima de las carreras						
		o =	100.00 Kg/cm2				
		E =	90000.00 Kg/cm2				
		o =	8.00 Kg/cm2				
CUADRO PARA ESPESORES DE TABLES				CUADRO PARA ESPESORES DE TABLES			
CORRIDOS DE d= 3.00 cm				CORRIDOS DE d= 2.50 cm			
	SEPARACION DE					SEPARACION DE	
	CARRERAS MT					CARRERAS MT	
	ESPESOR DE LA LOSA					ESPESOR DE LA LOSA cm	
EFECTO	25.00	30.00			EFECTO	25.00	30.00
FLEXION	1.97	1.9			FLEXION	1.97	1.9
CORTE	6.65	5.79			CORTE	6.65	5.79
FLECHA	1.33	1.3			FLECHA	1.33	1.3
		TABLA#5					TABLA#6
FUENTE: PROPIA							

Separacion maxima de los puntales tableros corrdios de 3.00 cm de espesor					
Espesor de la losa	separacion de las carreras	efecto	separacion de		
			5x8 cm	5x10 cm	
2.5	1.33	flexion	1.02	1.28	
		corte	0.67	0.83	
		flecha	1.22	1.44	
30	1.3	flexion	0.96	1.2	
		corte	0.59	0.74	tabla N° 7
		flecha	1.19	1.4	
FUENTE: PROPIA					

Separacion maxima de los puntales tableros corrdios de 2.50 cm de espesor					
Espesor de la losa	separacion de las carreras	efecto	separacion de		
			5x8 cm	5x10 cm	
2.5	1.33	flexion	1.09	1.37	
		corte	0.77	0.96	
		flecha	1.26	1.49	
30	1.3	flexion	1.03	1.29	
		corte	0.68	0.85	
		flecha	1.23	1.45	tabla N° 8
FUENTE: PROPIA					

4.1.1.3. TABLAS RESUMEN PARA DISEÑO DE ENCOFRADOS DE LOSAS:

TABLAS RESUMEN PARA DISEÑO DE ENCOFRADOS DE LOSAS									
		LOSAS MACIZAS							
ENTABLADO CM		2.5				3			
ESPESORES CM		10	15	20	25	10	15	20	25
SEPARACION DE CARRERAS MT		1.22	1.1	1.03	0.97	1.4	1.27	1.18	1.11
SEPARACION DE PUNTALES DE ACERO MT	Carreras 5X8	0.9	0.66	0.533	0.45	0.78	0.58	0.46	0.39
	Carreras 5X10	1.12	0.83	0.67	0.56	0.98	0.72	0.58	0.49
FUENTE: PROPIA								Tabla N° 09	

LOSAS NERVADAS					
ENTABLADO CM		2.50		3.00	
ESPESORES CM		25	30	25	30
SEPARACION DE CARRERAS MT		1.16	1.14	1.33	1.3
SEPARACION DE PUNTALES DE ACERO	CARRERAS 5X8	0.77	0.68	0.67	0.59
	CARRERAS 5X10	0.96	0.85	0.33	0.74

4.1.2 ENCOFRADOS DE VIGAS:

Las tablas 11 y 13 muestran la separación de puntales requerida por flexión, corte y flecha, para distintas alturas y anchos de vigas.

Se utilizan tablas de fondo de 2.5 y 3 cms.

Las tablas 12 y 14 muestras en forma resumida, las tablas 11 y 13 indicando el caso que gobierna el diseño.

4.1.2.1 ENCOFRADO PARA VIGAS

ENCOFRADO PARA VIGAS									
separacion maxima de los puntales para vigas donde se sumpla la condicion de B/H ≥ 0.4 , Y tablero de 2.5 cm.									
	σ =	100.00 Kg/cm2							
	E =	90000.00 Kg/cm2							
	σ =	8.00 Kg/cm2							
		BASE					BASE		
ALT. M	EFECTO	0.3	0.4	0.5	ALT. M	EFECTO	0.3	0.4	0.5
	FEXION			0.53	1.2	FLEXION			0.53
	CORTE			0.57	1.1	FLEXION			0.55
1.2	FLECHA			0.6	1	FLEXION		0.58	0.58
	FEXION			0.55	0.9	FLEXION		0.61	0.61
	CORTE			0.62	0.8	FLEXION		0.65	0.65
1.1	FLECHA			0.62	0.7	FLEXION	0.69	0.69	0.69
	FEXION		0.58	0.58	0.6	FLEXION	0.75	0.75	0.75
	CORTE		0.68	0.68	0.5	FLEXION	0.8	0.8	0.8
1	FLECHA		0.64	0.64	0.4	FLEXION	0.86	0.86	0.86
	FEXION		0.61	0.61	0.3	FLEXION	0.93	0.93	0.93
	CORTE		0.76	0.76			TABLA N° 12		
0.9	FLECHA		0.66	0.66					
	FEXION		0.65	0.65					
	CORTE		0.85	0.85					
0.8	FLECHA		0.69	0.69					
	FEXION	0.69	0.69	0.69					
	CORTE	0.96	0.98	0.98					
0.7	FLECHA	0.72	0.72	0.72					
	FEXION	0.75	0.75	0.75					
	CORTE	1.14	1.14	1.14					
0.6	FLECHA	0.75	0.75	0.75					
	FEXION	0.82	0.82	0.82					
	CORTE	1.37	1.37	1.37					
0.5	FLECHA	0.8	0.8	0.8					
	FEXION	0.91	0.91	0.91					
	CORTE	1.71	1.71	1.71					
0.4	FLECHA	0.86	0.86	0.86			FUENTE: PROPIA		
	FEXION	1.05	1.05	1.05					
	CORTE	2.28	2.28	2.28	TABLA N° 11				

separacion maxima de los puntales para vigas donde se sumpla la condicion de B/H ≥ 0.4 , Y tablero de 3.00 cm.									
	σ =	100.00 Kg/cm2							
	E =	90000.00 Kg/cm2							
	σ =	8.00 Kg/cm2							
		BASE (mts)					BASE (mts)		
NTE: PR	EFECTO	0.3	0.4	0.5	ALT. MT	EFECTO	0.3	0.4	0.5
	FEXION			0.63	1.2	FLEXION			0.63
	CORTE			0.68	1.1	FLEXION			0.66
1.2	FLECHA			0.72	1	FLEXION		0.69	0.69
	FEXION			0.66	0.9	FLEXION		0.73	0.73
	CORTE			0.75	0.8	FLEXION		0.78	0.78
1.1	FLECHA			0.74	0.7	FLEXION	0.83	0.83	0.83
	FEXION		0.69	0.69	0.6	FLEXION	0.89	0.89	0.89
	CORTE		0.82	0.82	0.5	FLEXION	0.94	0.94	0.94
1	FLECHA		0.76	0.76	0.4	FLEXION	0.99	0.99	0.99
	FEXION		0.73	0.73	0.3	FLEXION	1.06	1.06	1.06
	CORTE		0.91	0.91			TABLA N° 14		
0.9	FLECHA		0.79	0.79					
	FEXION		0.78	0.78					
	CORTE		1.03	1.03					
0.8	FLECHA		0.82	0.82					
	FEXION	0.83	0.83	0.83					
	CORTE	1.17	1.17	1.17					
0.7	FLECHA	0.86	0.86	0.86					
	FEXION	0.9	0.9	0.9					
	CORTE	1.37	1.37	1.37					
0.6	FLECHA	0.89	0.89	0.89					
	FEXION	0.98	0.98	0.98					
	CORTE	1.64	1.64	1.64					
0.5	FLECHA	0.94	0.94	0.94					
	FEXION	1.1	1.1	1.1					
	CORTE	2.05	2.05	2.05					
0.4	FLECHA	0.99	0.99	0.99					
	FEXION	1.27	1.27	1.27					
	CORTE	2.74	2.74	2.74	TABLA N° 13				
0.3	FLECHA	1.06	1.06	1.06			FUENTE: PROPIA		

4.1.3. ENCOFRADO DE COLUMNAS:

La tabla 15 muestras la separación de los cepos debido a la capacidad de flexión, corte y deformación del entablado; se utilizaron alturas de concreto que varían entre 1.5 y 6 mts.,

Con espesores de entablado de 2.5 y 3 cms.

La tabla 16 es un resumen de la anterior, que puede utilizarse directamente si se usan cepos de acero.

Las tablas 17 a 22 muestran, para espesores de entablados de 2.5 y 3 cms, la separación de los cepos de distintas dimensiones.

4.1.3.1. SEPARACIONES MAXIMAS DE CEPOS DEBIDO AL ENTABLADO:

	SEPARACIONES MAXIMAS DE CEPOS DEBIDO AL ENTABLADO							
	σ =	100.00 Kg/cm2		Peso especifico de madera a utlizar				
	E =	55000.00 Kg/cm2		Valores a utilizar para cepor metalicos				
	T =	8.00 Kg/cm2						
	separacion de cepos cm				casos mas desfavorables			
Altura de concreto mt	Efecto	Tablas de Espesores cm		Altura de Concreto	Efecto	Espesores cm		
		2.50	3.00			2.50	3.00	
1.50	Flexion	53.77	64.53	1.50	Corte	51	62	
	Corte	59.20	71.04	2.00	Corte	44	53	
	Flecha	51.47	61.76	2.50	Corte	36	43	
2.00	Flexion	46.57	55.88	3.00	Corte	30	36	
	Corte	44.40	53.28	3.50	Corte	25	30	
	Flecha	46.76	56.12	4.00	Corte	22	27	
2.50	Flexion	41.65	49.98	4.50	Corte	20	24	
	Corte	35.52	42.62	5.00	Corte	18	21	
	Flecha	43.41	52.09	5.50	Corte	16	19	
3.00	Flexion	38.02	45.63	6.00	Corte	15	18	
	Corte	29.60	35.52				Tabla N° 16	
	Flecha	40.85	49.02					
3.50	Flexion	35.20	42.24					
	Corte	25.37	30.45					
	Flecha	38.81	46.57					
4.00	Flexion	32.93	39.52					
	Corte	22.20	26.64					
	Flecha	37.12	44.54					
4.50	Flexion	31.05	37.26					
	Corte	19.73	23.68					
	Flecha	35.69	42.82					
5.00	Flexion	29.45	35.34					
	Corte	17.76	21.31					
	Flecha	34.46	41.35					
5.50	Flexion	28.08	33.70					
	Corte	16.15	19.37					
	Flecha	33.38	40.05					
6.00	Flexion	26.89	32.26					
	Corte	14.80	17.76					
	Flecha	32.42	38.91		Tabla N° 15			
			FUENTE PROPIA					

4.1.3.2. SEPARACION MAXIMA DE CEPOS DEBIDO A SU RESISTENCIA Y AL ENTABLADO:

SEPARACION MAXIMA DE CEPOS DEBIDO A SU RESISTENCIA Y AL ENTABLADO													
	b =	5.00 cm											
	d =	5.00 cm											
	TABLAS DE 2.50 cms												
ALTURA DE CONCRETO (MT)	ANCHO MAXIMO DE COLUMNAS (cms)												
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70		
1.50	39	28	22	18									
2.00	29	21	17										
2.50	23	17											
3.00	19												
3.50	17	UTILIZAR CEPOS DE MAYOR SECCION											
FUENTE: PROPIA									TABLA# 17				

SEPARACION MAXIMA DE CEPOS DEBIDO A SU RESISTENCIA Y AL ENTABLADO													
	b =	5.00 cm											
	d =	5.00 cm											
	TABLAS DE 3.00 cms												
ALTURA DE CONCRETO (MT)	ANCHO MAXIMO DE COLUMNAS (cms)												
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70		
1.50	37	28	21	17									
2.00	28	21	16										
2.50	22	17											
3.00	19												
3.50	16	UTILIZAR CEPOS DE MAYOR SECCION											
FUENTE: PROPIA									TABLA# 18				

SEPARACION MAXIMA DE CEPOS DEBIDO A SU RESISTENCIA Y AL ENTABLADO

b = 5.00 cm

d = 8.00 cm

TABLAS DE 3.00 cms

ALTURA DE CONCRETO (MT)	ANCHO MAXIMO DE COLUMNAS (cms)										
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
1.50	62	60	47	38	32	27	23	20	17	15	
2.00	53	45	35	29	24	20	17				
2.50	43	36	28	23	19	16					
3.00	36	30	24	19	16						
3.50	30	26	20	16							
4.00	27	23	18								
4.50	24	20	16								
5.00	21	18	UTILIZAR CEPOS DE MAYOR SECCION								
5.50	19	16									
6.00	18	15									

FUENTE: PROPIA — TABLA# 20

SEPARACION MAXIMA DE CEPOS DEBIDO A SU RESISTENCIA Y AL ENTABLADO

b = 5.00 cm

d = 8.00 cm

TABLAS DE 2.50 cms

ALTURA DE CONCRETO (MT)	ANCHO MAXIMO DE COLUMNAS (cms)										
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
1.50	51	51	48	39	32	27	23	20	18	18	
2.00	44	44	36	29	24	20	17	15			
2.50	36	36	29	23	19	16					
3.00	30	30	24	19	16						
3.50	25	25	21	17							
4.00	22	22	18								
4.50	20	20	16								
5.00	18	18	UTILIZAR CEPOS DE MAYOR SECCION								
5.50	16	16									

FUENTE: PROPIA — TABLA# 19

SEPARACION MAXIMA DE CEPOS DEBIDO A SU RESISTENCIA Y AL ENTABLADO

b = 5.00 cm

d = 10.00 cm

TABLAS DE 2.50 cms

ALTURA DE CONCRETO (MT)	ANCHO MAXIMO DE COLUMNAS (cms)										
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
1.50	51	51	51	51	46	39	34	29	26	23	20
2.00	44	44	44	42	35	29	25	22	19	17	15
2.50	36	36	36	33	28	24	20	18	15		
3.00	30	30	30	28	23	20	17				
3.50	25	25	25	24	20	17					
4.00	22	22	22	21	17	UTILIZAR CEPOS METALICOS					
4.50	20	20	20	19	15						
5.00	18	18	18	17							
5.50	16	16	16	16							

FUENTE: PROPIA

TABLA# 21

SEPARACION MAXIMA DE CEPOS DEBIDO A SU RESISTENCIA Y AL ENTABLADO

b = 5.00 cm

d = 10.00 cm

TABLAS DE 3.00 cms

ALTURA DE CONCRETO (MT)	ANCHO MAXIMO DE COLUMNAS (cms)										
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
1.50	62	62	62	55	45	38	33	29	25	22	20
2.00	53	53	50	41	34	29	25	22	19	17	15
2.50	43	43	40	33	27	23	20	17	15		
3.00	36	36	34	27	23	19	17				
3.50	30	30	29	23	19	16					
4.00	27	27	25	20	17	UILIZAR CEPOS METALICOS					
4.50	24	24	22	18	15						
5.00	21	21	20	16							
5.50	19	19	18								
6.00	18	18	17								

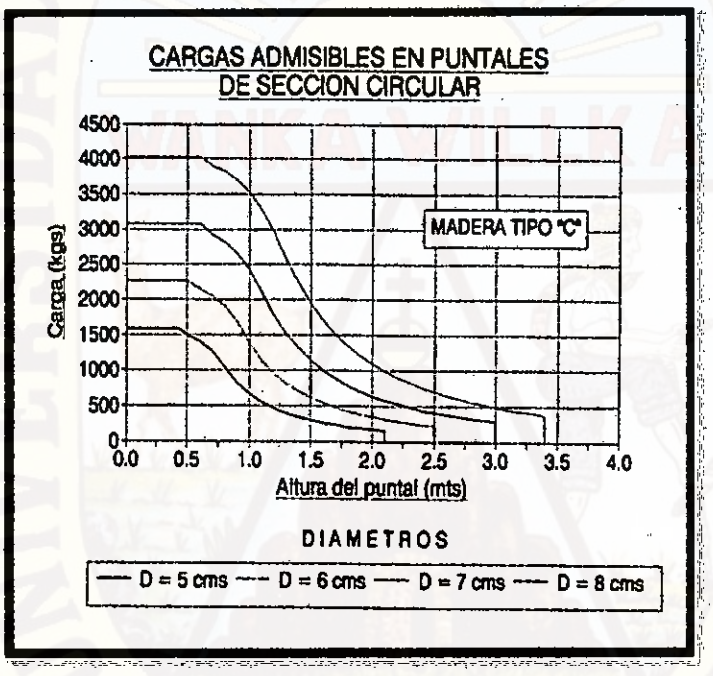
FUENTE: PROPIA

TABLA# 22

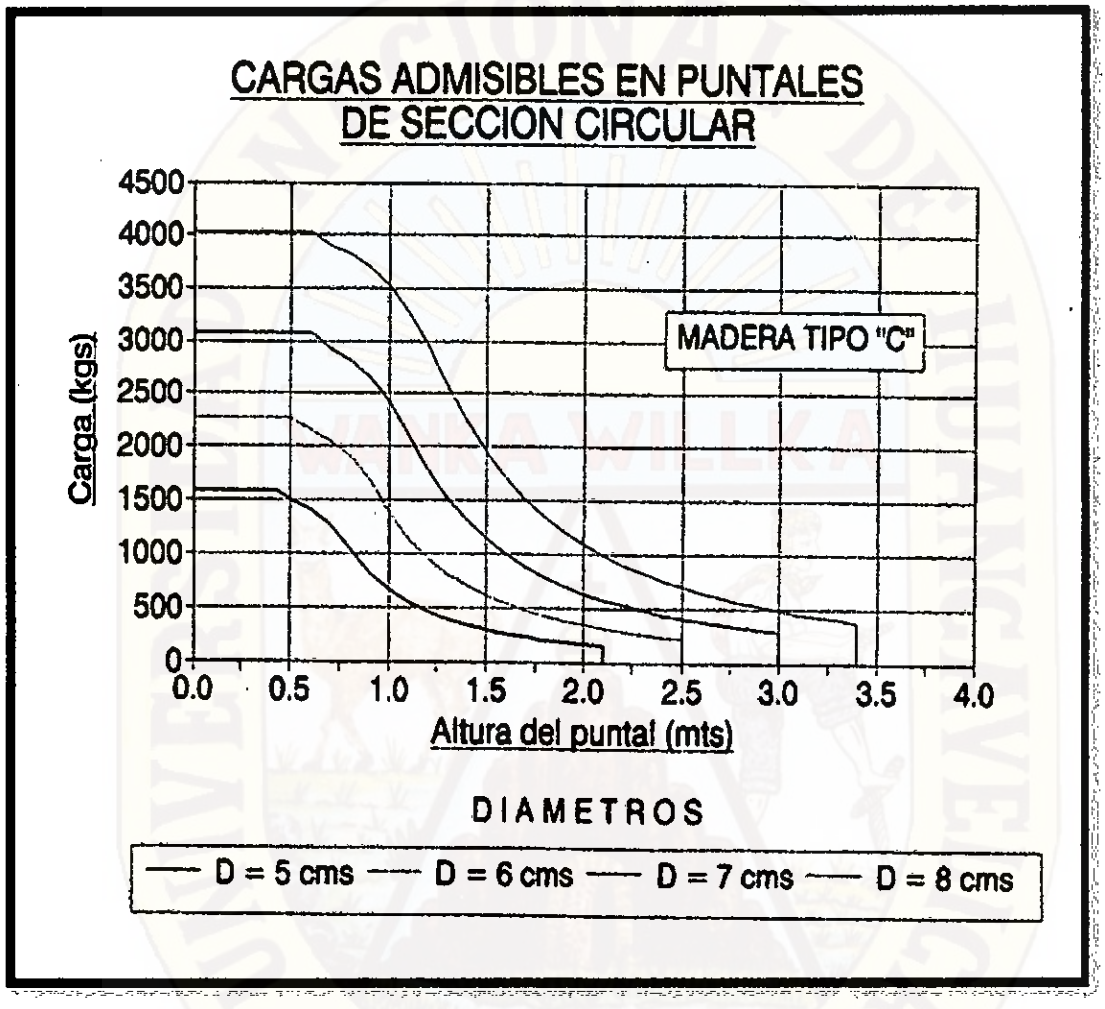
4.1.3.3. CAPACIDAD DE CARGA DE PUNTALES:

En los gráficos se muestra la capacidad de carga de puntales de distintas geométricas, para distintas alturas.

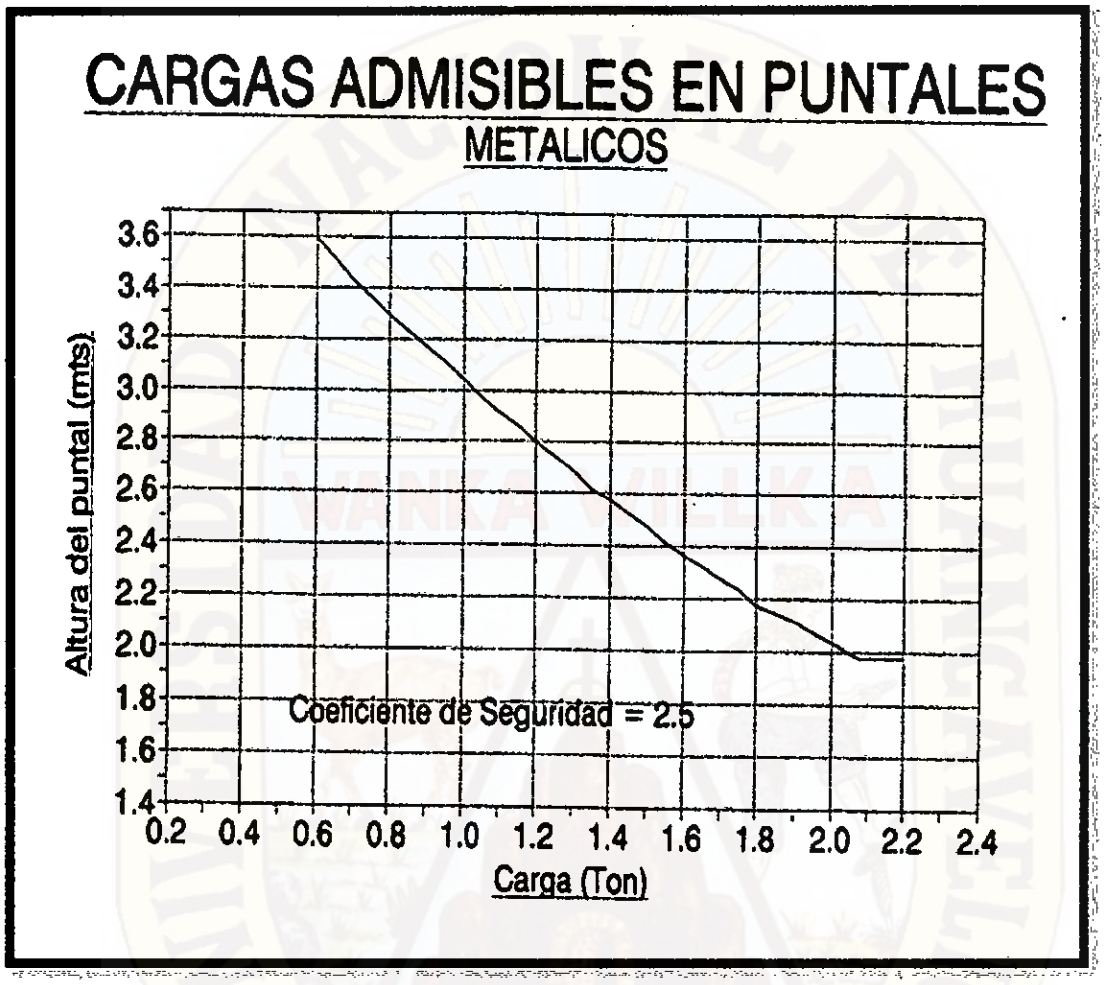
GRAFICAS DE PUNTALES



FUENTE: "manual de diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.



FUENTE: "manual de diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.



FUENTE: "manual de diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.

4.1.4. EJEMPLO PROYECTO DE ENCOFRADO:

4.1.4.1. DESCRIPCION;

El siguiente problema tiene la finalidad de calcular los encofrados de madera para losa, vigas y columnas de una edificación de tres niveles y con una planta típica (ver figura 13), para cálculo de los mismos se utilizaran las tablas realizadas en este trabajo. Adicionalmente se comparan los encofrados calculados con los encofrados que se colocan según la práctica tradicional.

Esta comparación se basa en los cómputos métricos y en sus respectivos costos.

4.1.4.2. LOGISTICA DEL ENCOFRADO:

En la elaboración de los encofrados se estudiaron dos formas de realizarlos, con la finalidad de poder comparar cuál de las dos utiliza menos costos y rendimiento para encofrar y dependiendo al tipo de encofrado a elegir por el usuario.

El primer método consiste en encofrado de madera (encofrado tradicional). Se aprovecha la simetría de la estructura, con la consecuencia de que podrán reducir los costos ya que serán menos los metros cuadrados que habrán de cubrirse de una vez y se le darán más usos a la madera. La superficie de cubrir son 463.97 m2, pues se requiere más de la mitad de una planta.

El ala izquierda del primer piso se encofra primero, después por simetría de la estructura se encofra el ala derecha y así sucesivamente en los demás pisos. En total se le dan seis (6) usos a la madera.

El segundo método se utilizará los encofrados prefabricados (encofrados industriales), la fabricación de las formaletas metálicas es en talleres especializados para lograr la exactitud de los componentes del sistema, las cuales representan un encofrado prefabricado y llevados a obra para aplicar técnicas de construcción sami industrializada, por otra parte los encofrados de madera son elaborados en obra de forma tradicional con la participación de personal especializado tal como se indicó en el apartado de mano de obra

La selección entre ambas métodos debe hacerse de una manera cuidadosa, pues. Tanto el encofrado de madera como los metálicos son de fácil transporte dentro de la obra siempre y cuando representen bajo peso, máximo de 35kg.

4.1.4.3. COMPUTO DE LOS ENCOFRADOS

A continuación se presentara una planta esquemática del problema a resolver y un corte transversal de la misma.

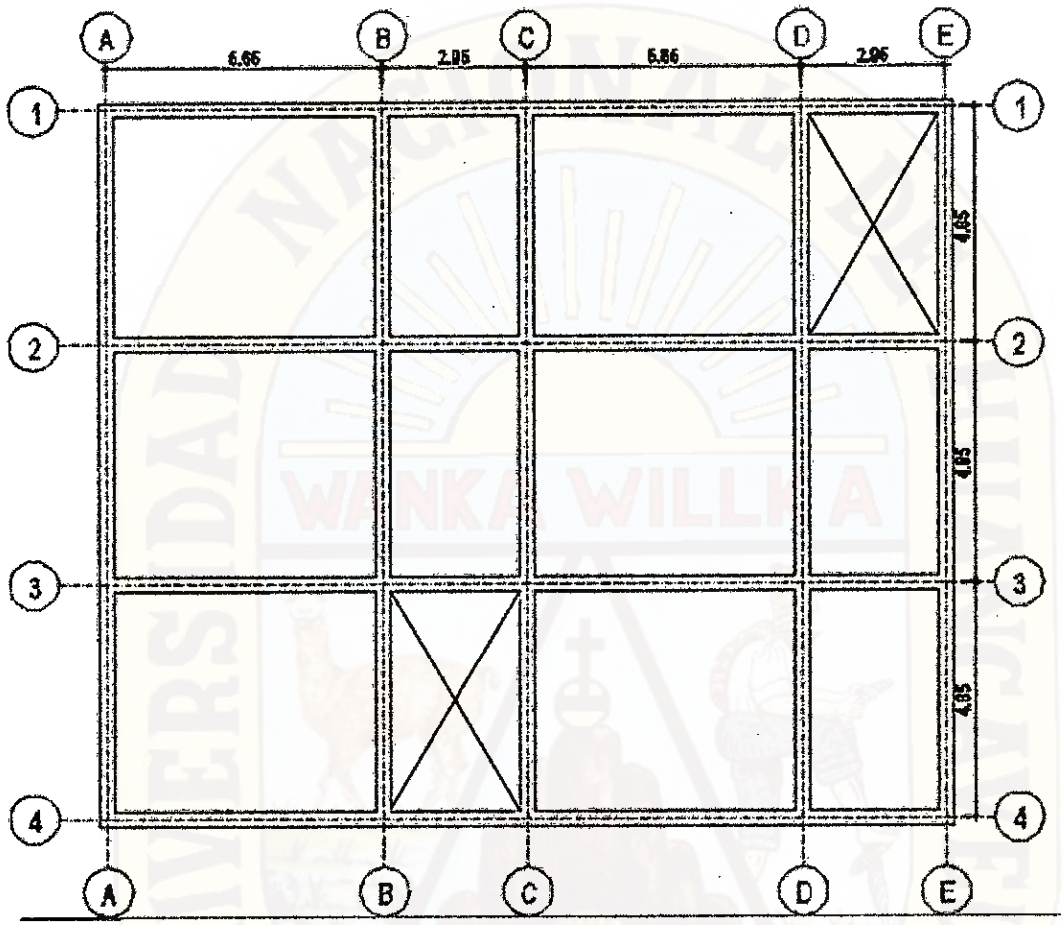


Figura 13 planta tipica

Fuente: propia

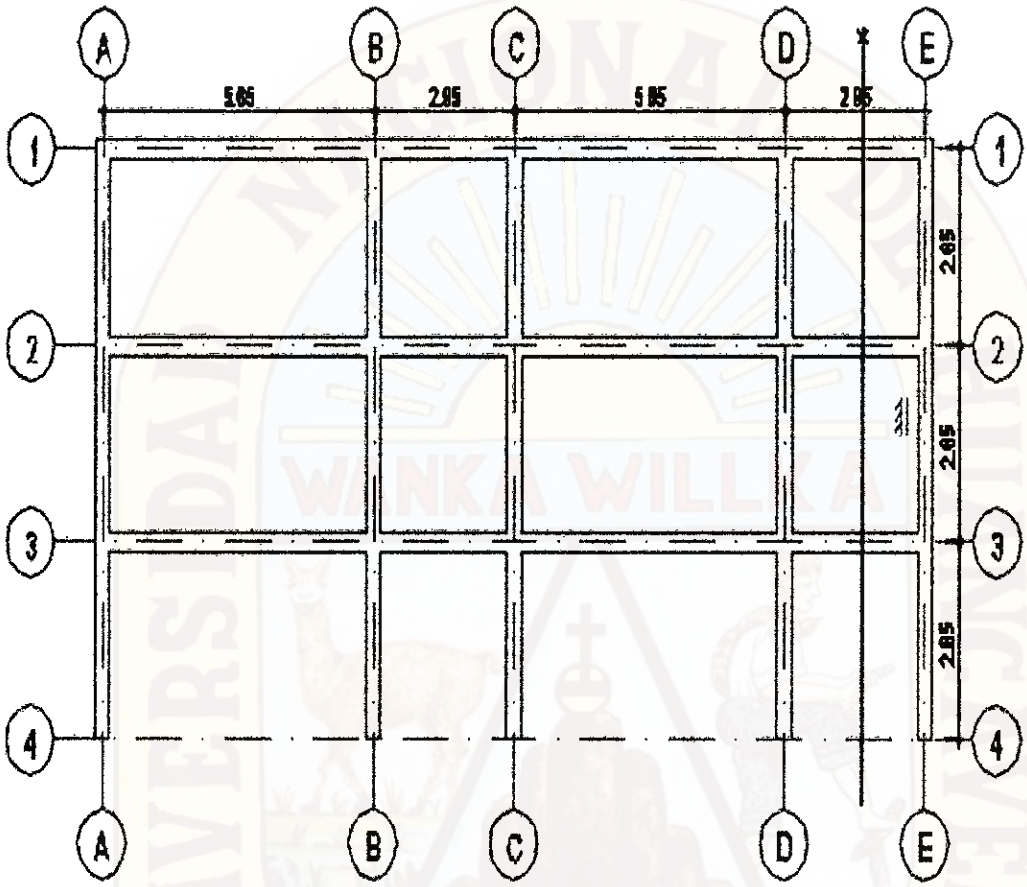


Figura 14 corte AA

Fuente: Propia

4.1.5. CALCULO DE LOS ENCOFRADO TRADICIONAL:

4.1.5.1 CALCULADOS SEGÚN LAS TABLAS:

4.1.5.1.1 COLUMNAS:

Para el encofrado de las columnas se utilizara un entablado de contorno de 2.5 cms, de espesor, las columnas a encofrar todas, sin excepción tiene 2.85 mts , de alto (ver figura 4) y la dimensión de su sección transversal es de 0.35 x 0.35 mts. Con estos datos se entra en la tabla 21, se interpolando se obtiene que la separación de los cepos pueden ser 0.30 mts, al pie de la columna, esta separación puede ser aumentada a medida que se sube en la columna, es decir que a un metro del suelo los cepos pueden ser separados a 0.42 mts. No se debe de olvidar que la columna debe ser arriostrada debidamente para garantizar la verticalidad del encofrado durante el vaciado.

4.1.5.1.2. VIGAS:

En el encofrado de vigas, la parte fundamental es la separación que deberán tener los puntales que soportan los fondos de las mismas. El entablado para el encofrado de las vigas tiene un espesor de 2.5 cms. Hay 2 tipos de vigas: unas tienen una geometría de 0.20 x0.40 mts, y las otras tienen una sección de 0.25 x 0.45 mts. Para las vigas de 0.20 x0.40 mts la separación de los puntales según la tabla 11, debe ser 0.86 mts, para las vigas de 0.25 x 0.45 mts , buscando la tabla 11 e interpolando, se consigue que la separación de los puntales debe ser de 0.83 mts.

4.1.5.1.3. LOSAS:

En el encofrado de las losas se va a utilizar un entablado de 2.50 cms, de espesor, la losa es nervada y tiene un espesor de 0.30 cms, primero se procederá a calcular la separación de las carreras debajo del entablado. Entonces entrando con los datos de la losa y con el espesor del entablado en la tabla 6, se obtiene que la separación de las carreras debe ser de 1.14 mts. Máximo, después de colocadas las carreras, se procede a la determinación de las separación que deben tener los puntales. Usando carreras con una escuadría de 5 x 10 cms, la tabla 8 nos indica que la separación de los puntales será 0.85 mts. Perpendiculares a las carreras se deberán colocar cuartones con la finalidad de rigidizar el entablado, estos estarán separados a la misma distancia que los puntales.

CUADRO DE METRADO DE COLUMNAS , VIGAS Y LOSA

COLUMNAS	N° VECES	PERIMETRO	ALTURA	AREA
C-1	20	1.4	2.85	**79.8**
VIGAS				
VP	4	0.55	17.2	37.84
VS	5	0.4	14.55	29.1
				66.94
LOSAS				
				0

Fuente: Propia

4.1.6. CALCULADO SEGÚN TABLAS:

4.1.6.1 COLUMNAS:

Primeramente se encofraran 20 columnas para las cuales se necesitaran cubrir una superficie de 79.8 m2, teniendo en cuenta que se va a utilizar un entablado de 2.5 cms, nos da un total de:

$$m3\ de\ madera = 79.8\ x\ 0.025 = 1.99\ m3$$

4.1.6.2 VIGAS:

Para el encofrado de las vigas se necesita cubrir una superficie de 68.53 m2 que multiplicado por el espesor del entablado dará:

$$m3\ de\ tablas = 66.94\ x\ 0.025 = 1.67\ m3$$

Como se dijo anteriormente hay dos tipos de geometrías para la primera se necesitaran 58 puntales, esta cifra viene de dividir los metros lineales de vigas entre la separación que deberán tener los puntales de donde:

$$\frac{62.4}{0.99} = 63\ puntales\ aprox.$$

Para el otro tipo de viga se necesitara 81 puntales ya que son 67.5 mts. Lineales de vigas y deben estar separados 0.83 mts.

Las vigas deben llevar cuartones en los laterales. Como son en totales 129.9 mts. Lineales de las vigas y la longitud promedio del cuartón es de 3.00 mts. Se necesitan:

$$\frac{115{,}6\ x\ 2}{3} = 86.6\ cuartones\ aprox.$$

4.1.6.3 LOSAS:

Al encofrar las losas vemos que hay cuatro tipos de losas diferentes, las cuales denominamos paño 1, paño 2, paño 3 y paño 4 respectivamente (ver figura 13).

A continuación se presenta una tabla donde explica en forma detallada la cantidad de metros cuadrados a cubrir por los paños, la cantidad de cuartones y puntales necesarios.

ENCOFRADO CALCULADO SEGÚN LAS TABLAS:

ENCOFRDO CALCULADO SEGÚN LAS TABLAS								
		TABLAS			CUARTONES		PUNTALES	
PAÑO	# PAÑO	P/PAÑO M2	TOTAL M2	TOTAL M3	P/PAÑO M3	TOTAL M3	P/PAÑO UND	TOTAL UND
1	4	23.85	95.4	2.385	0.12	0.48	36	144
2	2	23.85	47.7	1.1925	0.12	0.24	36	72
3	2	11.25	22.5	0.5625	0.11	0.22	24	48
4	2	11.25	22.5	0.5625	0.11	0.22	24	48
	TOTALES		**188.1**	**4.7025**		**1.16**		**312**

Fuente: Propia

4.1.7. ANALISIS DE COSTOS UNITARIO:

CUADRO DE RESUMEN DEL METRADO Y VALORICACION DEL EDIFICIO DE 3 PISOS				
ELEMENTOS	METRADO (m2)	PU. DE MADERA CAPECO	PU. UNISPAN	PU. PERI
COLUMNAS	79.8	55.89	65.25	73.44
VIGAS	66.94	56.73	104.65	70.46
LOSAS	188.1	48.24	57.52	67.47

Fuente: Propia

4.1.8 ANALISIS DE COSTOS UNITARIO EN ENCOFRADOS DE MADERA:

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003001 "DISEÑO DE SISTEMA DE ENCOFRADO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"		
Subpresupuesto	001 "DISEÑO DE SISTEMA DE ENCOFRADO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"	Fecha presupuesto	11/08/2015

Partida	01.01	ENCOFRADO TIPO RECTO ACABADO CORRIENTE EN COLUMNA			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2	56.69

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	15.14	12.11
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	13.16	10.53
						22.64
	Materiales					
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.0500	12.50	0.63
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.7400	5.50	4.07
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1200	4.50	0.54
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1000	5.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.1600	5.20	26.83
						32.57
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.64	0.68
						0.68

FUENTE: PROPIA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003001 "DISEÑO DE SISTEMA DE ENCOFRADO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"		
Subpresupuesto	001 "DISEÑO DE SISTEMA DE ENCOFRADO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"	Fecha presupuesto	11/08/2015

Partida	01.02	ENCOFRADO DE MADERA TIPO RECTO, ACAVADO CORRIENTE EN VIGAS DE CARGA			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2	56.73

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	15.14	13.46
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.4444	13.16	5.85
						19.31
	Materiales					
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.1000	5.50	0.55
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	4.50	0.90
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1000	5.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		6.7100	5.20	34.89
						36.84
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.31	0.58
						0.58

FUENTE: PROPIA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003001 "DISEÑO DE SISTEMA DE ENCOFRADO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"		
Subpresupuesto	001 "DISEÑO DE SISTEMA DE ENCOFRADO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"	Fecha presupuesto	11/08/2015
Partida	01.03 ENCOFRADO NORMAL DE TIPO RECTO, ACABADO NORMAL EN LOSAS		
Rendimiento	m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2	48.24

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	15.14	8.07
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	13.16	7.02
						15.09
	Materiales					
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.0500	12.50	0.63
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0500	5.56	0.28
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	4.50	0.45
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1000	5.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.9300	5.20	30.84
						32.70
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.09	0.45
						0.45

FUENTE: PROPIA

4.1.8.1. ANALISIS DE COSTOS UNITARIO EN ENCOFRADOS METALICA:

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003002 SISTEMA INDUSTRIALIZADO		
Subpresupuesto	001 SISTEMA INDUSTRIALIZADO	Fecha presupuesto	19/08/2015
Partida	01.01 ENCOFRADO METALICO EN COLUMNAS		
Rendimiento	m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2	73.44

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	15.14	8.07
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2667	13.16	3.51
						11.58
	Materiales					
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0200	4.50	0.09
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0400	30.50	1.22
02221800010015	CURADOR DE CONCRETO	gal		0.0400	5.00	0.20
0293010001	ENCOFRADO METALICO	m2		1.0000	60.00	60.00
						61.51
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.58	0.35
						0.35

FUENTE: PROPIA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003002 SISTEMA INDUSTRIALIZADO		
Subpresupuesto	001 SISTEMA INDUSTRIALIZADO	Fecha presupuesto	19/08/2015
Partida	01.02 ENCOFRADO METALICO DE VIGAS		
Rendimiento	m2/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2	70.46

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	15.14	6.06
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2000	13.16	2.63
						8.69
	Materiales					
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0200	4.50	0.09
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0400	30.50	1.22
02221800010015	CURADOR DE CONCRETO	gal		0.0400	5.00	0.20
0293010001	ENCOFRADO METALICO	m2		1.0000	60.00	60.00
						61.51
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.69	0.26
						0.26

FUENTE: PROPIA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003002 SISTEMA INDUSTRIALIZADO				
Subpresupuesto	001 SISTEMA INDUSTRIALIZADO			Fecha presupuesto	19/08/2015
Partida	01.03 ENCOFRADO METALICO DE LOSA				
Rendimiento	m2/DIA MO. 30.0000	EQ. 30.0000		Costo unitario directo por : m2	67.47

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	15.14	4.04
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.1333	13.16	1.75
						5.79
	Materiales					
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0200	4.50	0.09
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0400	30.50	1.22
02221600010015	CURADOR DE CONCRETO	gal		0.0400	5.00	0.20
0293010001	ENCOFRADO METALICO	m2		1.0000	60.00	60.00
						61.51
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.79	0.17
						0.17

Fuente: Propia

4.2 DISCUSIÓN

Valorización del encofrado en edificio.

CUADRO DE RESUMEN DEL METRADO Y VALORICACION DEL EDIFICIO DE 3 PISOS				
ELEMENTOS	METRADO (m2)	PU. DE MADERA CAPECO	PU. UNISPAN	PU. PERI
COLUMNAS	79.8	4460.022	5206.95	5860.512
VIGAS	66.94	3797.5062	7005.271	4716.5924
LOSAS	188.1	9073.944	10819.512	12691.107
	TOTAL	**S/. 17,331.47**	**S/. 23,031.73**	**S/. 23,268.21**

Fuente: Propia

CONCLUSIONES

De la elaboración de los cálculos e investigaciones realizadas se puede concluir que:

1. La tesis es un texto guía que explica el diseño de encofrado de los elementos de una infraestructura de edificación como losa, Vigas y columnas, nos proporciona un esquema de cálculos mediante tablas y graficas de fácil aplicación. ya que apoyo bibliográfico existente sobre esta materia es poco, siendo esto parte en la construcción uno de los aspectos más importantes de la misma ya que de la elaboración de un buen encofrado y desencofrado podrá obtenerse una buena estructura.
2. Para el diseño de encofrado de una edificación, donde nos hace referencia que los encofrados metálicos son muy costosos que el encofrado tradicional (madera), pero a largo plazo resulta más rentable debido a que se puede utilizar más veces que el encofrado de madera.

RECOMENDACIONES

1. Para futuras investigaciones, realizar estudios de la aplicación de los encofrados metálicos en provincias.

2. Realizar ensayos comparativos sobre la capacidad de carga de los encofrados metálicos.

3. Es recomendable que se realice ensayos y verificaciones a los esfuerzos de los puntales de madera empleados en las obras con la finalidad de verificar cual es la verdadera capacidad portante de los mismos.

4. Realizar más investigaciones para otros tipos de obras civiles tales como: (puentes, canales, etc.), ya que esta tesis solo abarca en el diseño de encofrados en edificaciones

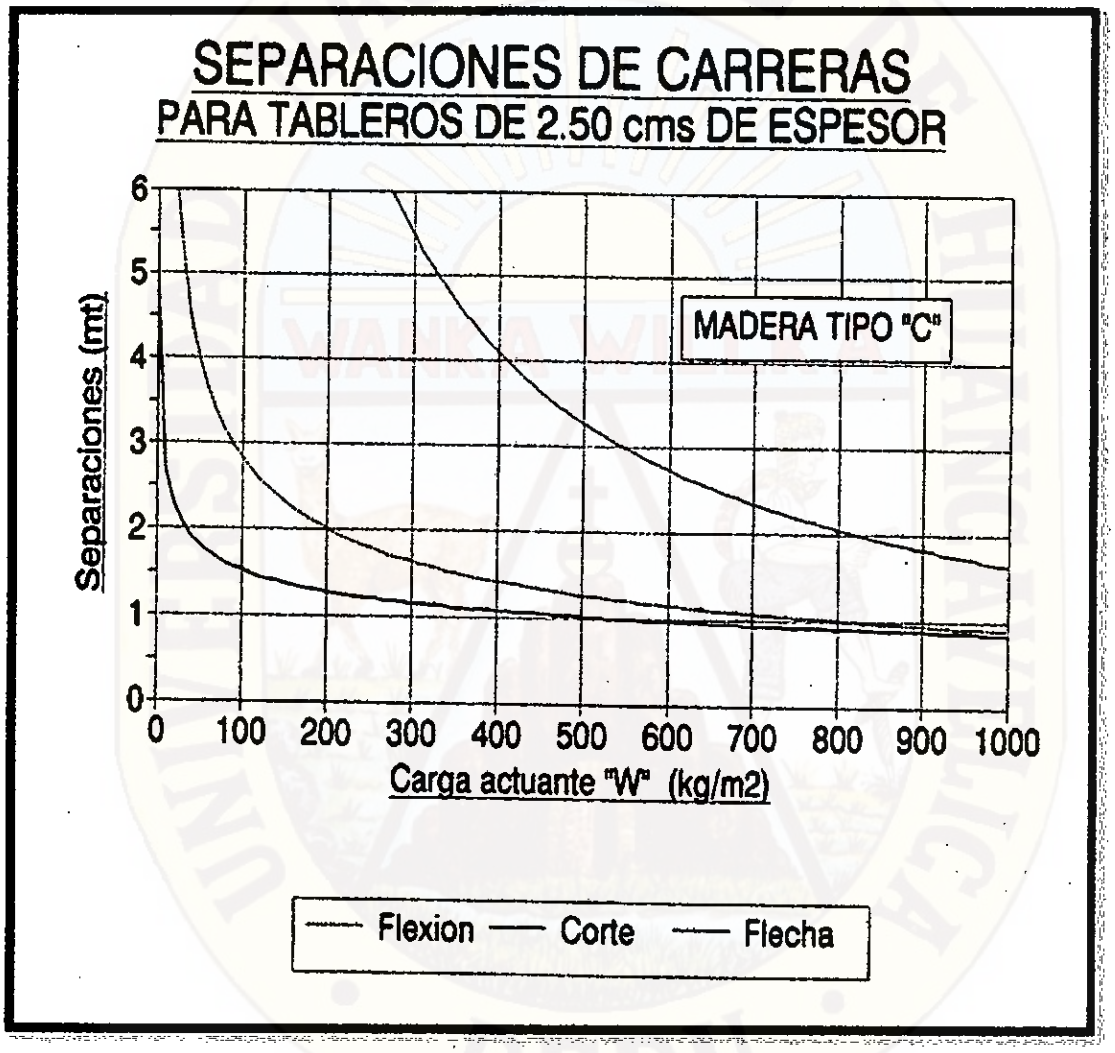
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. R.L. Peurifoy. A, (1967). **"Encofrados para estructuras de hormigón".**
2. GRUPO ANDINO (1986) **"Manual de Diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.**
3. CAPECO , (1993) **"costos y presupuesto en edificación"**
4. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (2009), **Normativa que rige el diseño de edificación.**
5. FONDO NACIONAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN FIC (1992) **"Armado de encofrados en madera".**

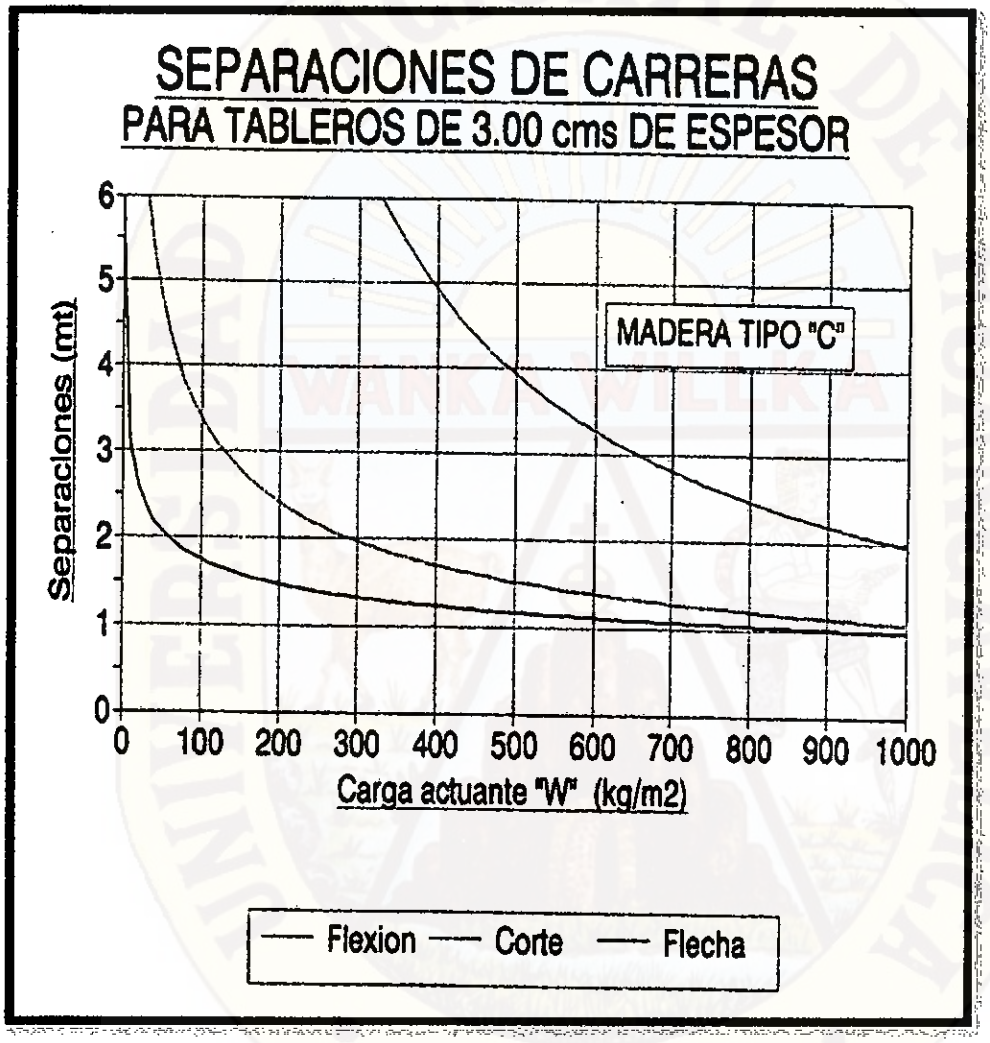
ANEXOS

ANEXOS "A"

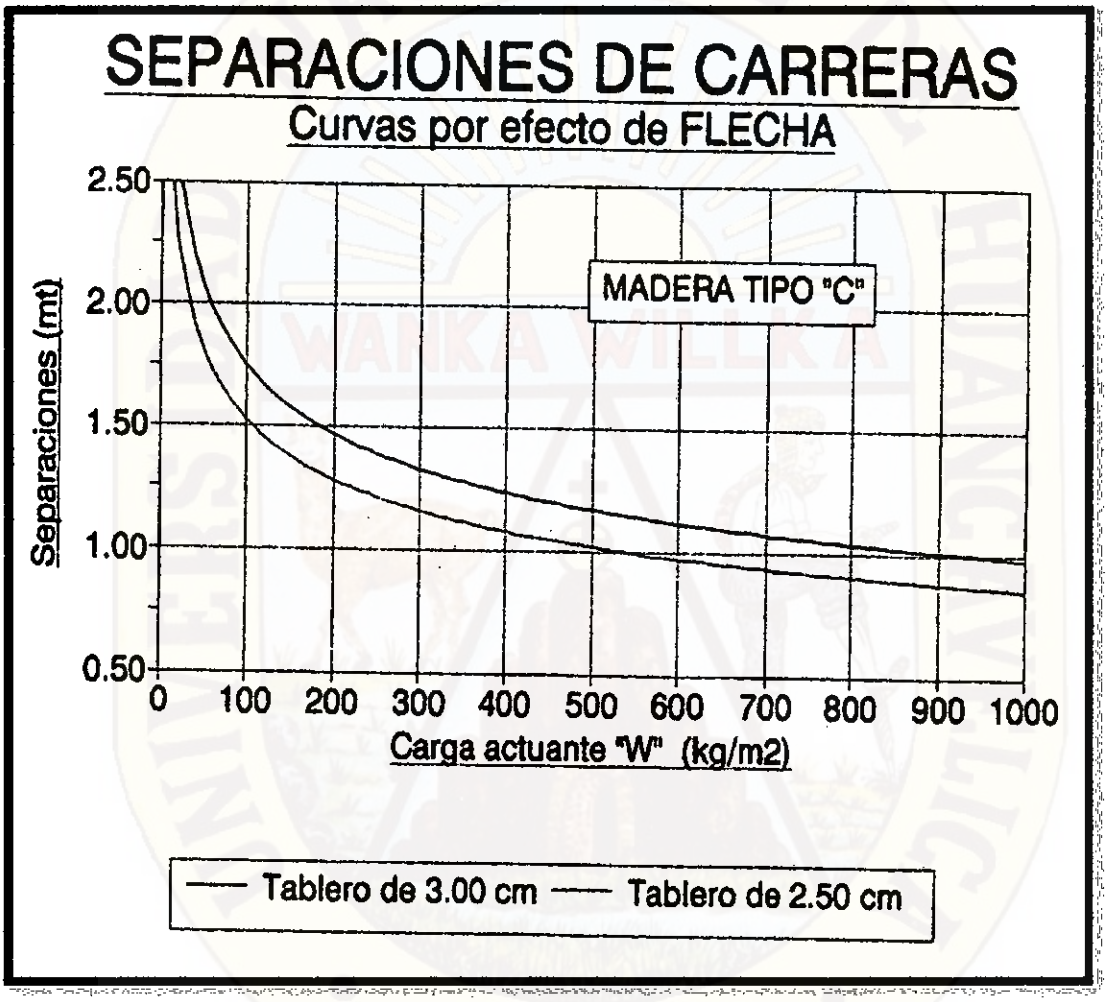
GRAFICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO DE ENCOFRADO



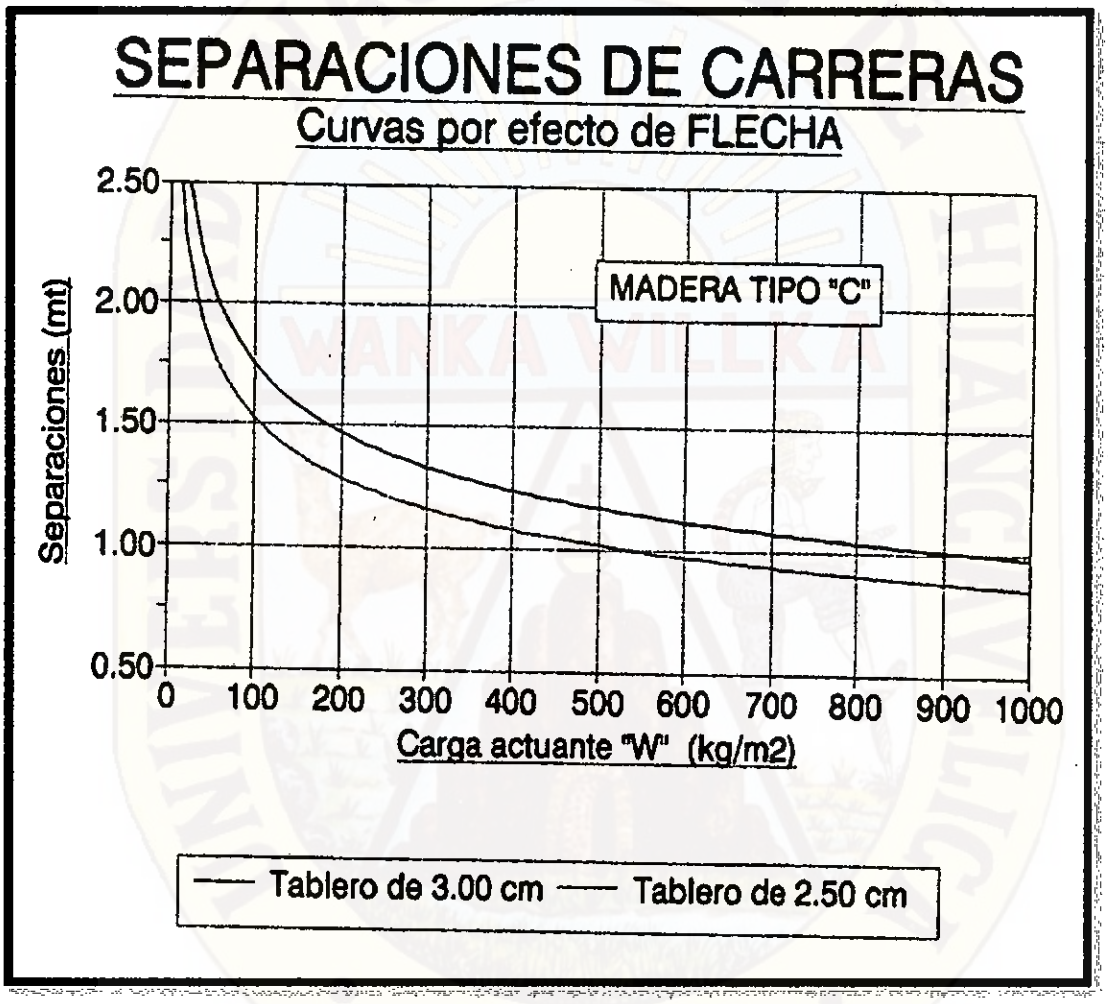
FUENTE: GRUPO ANDINO (1986) **"Manual de Diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.**



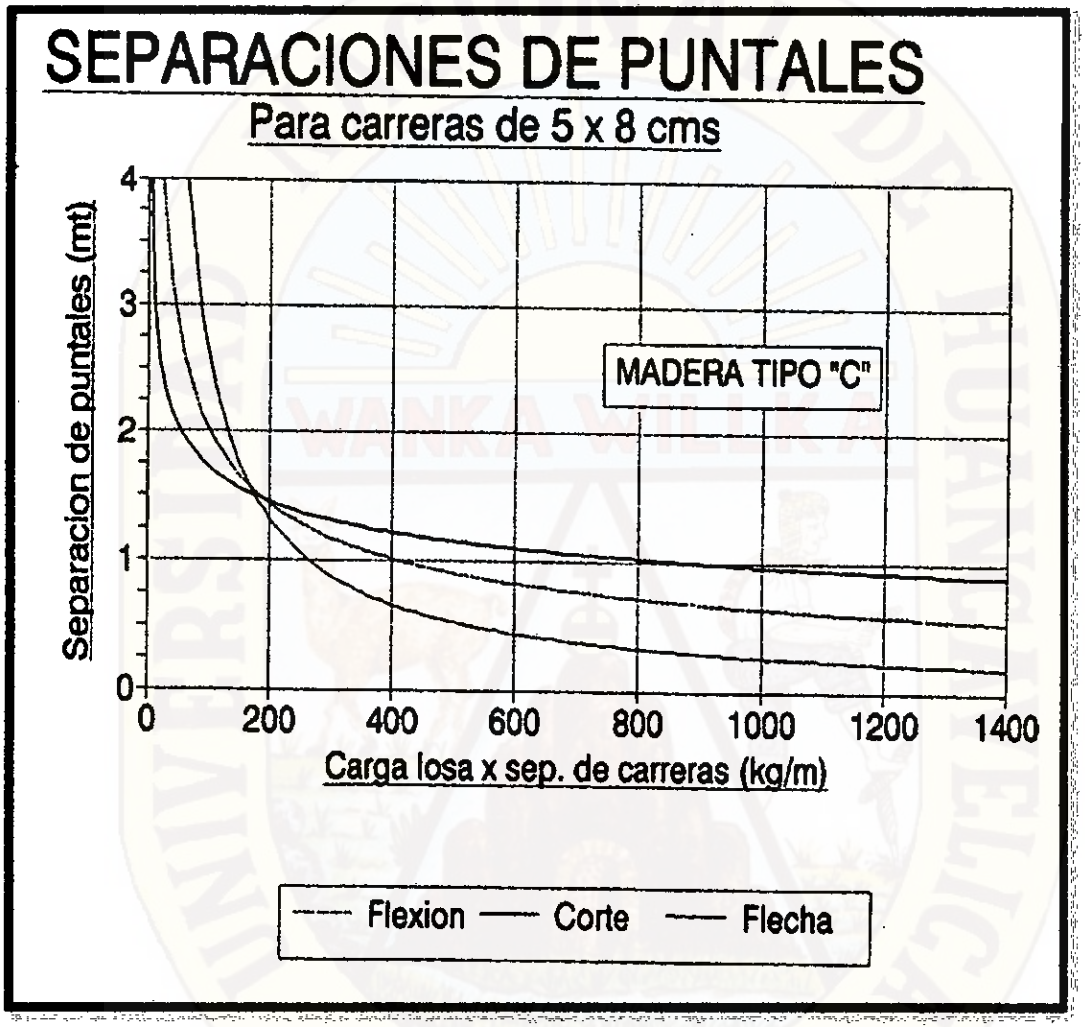
FUENTE: GRUPO ANDINO (1986) **"Manual de Diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.**



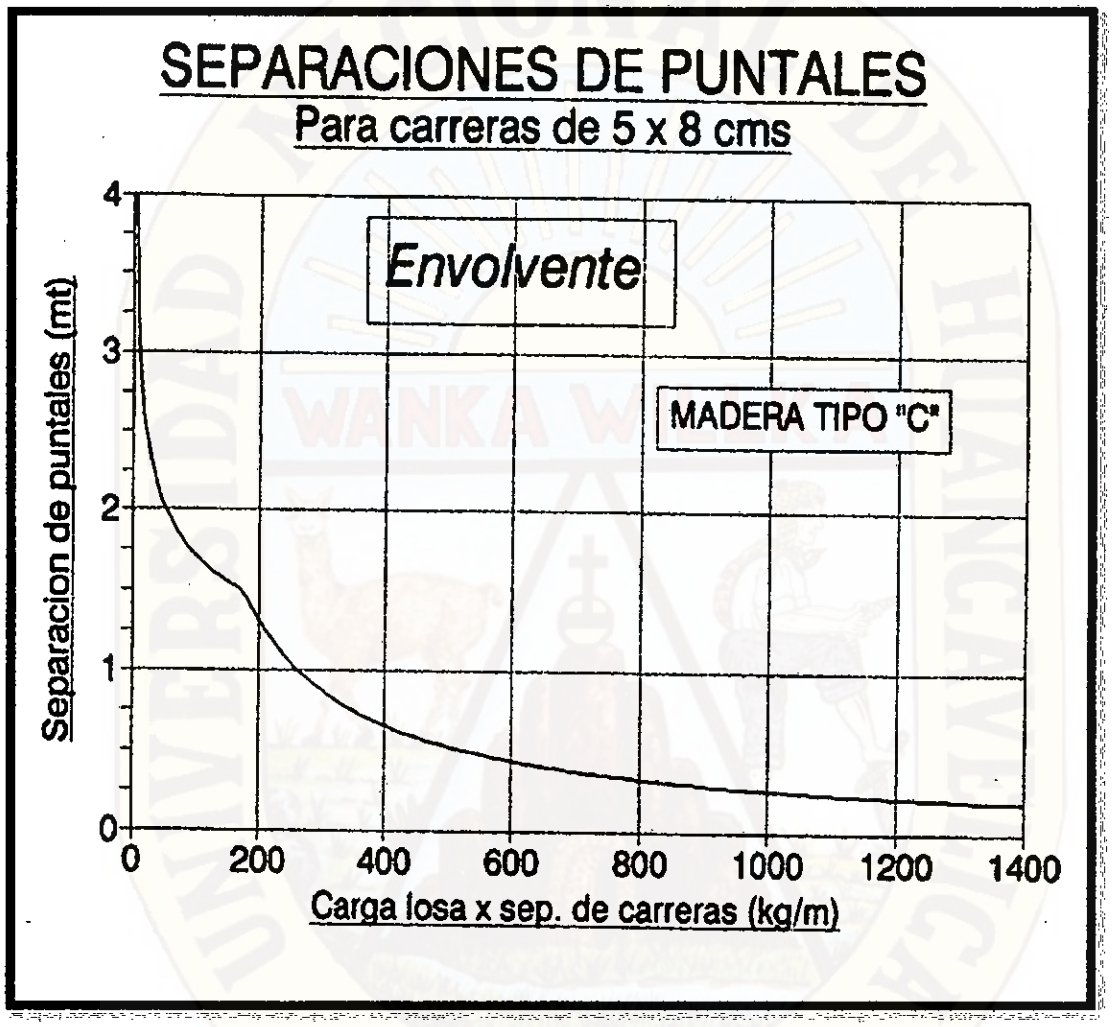
FUENTE: GRUPO ANDINO (1986) **"Manual de Diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.**



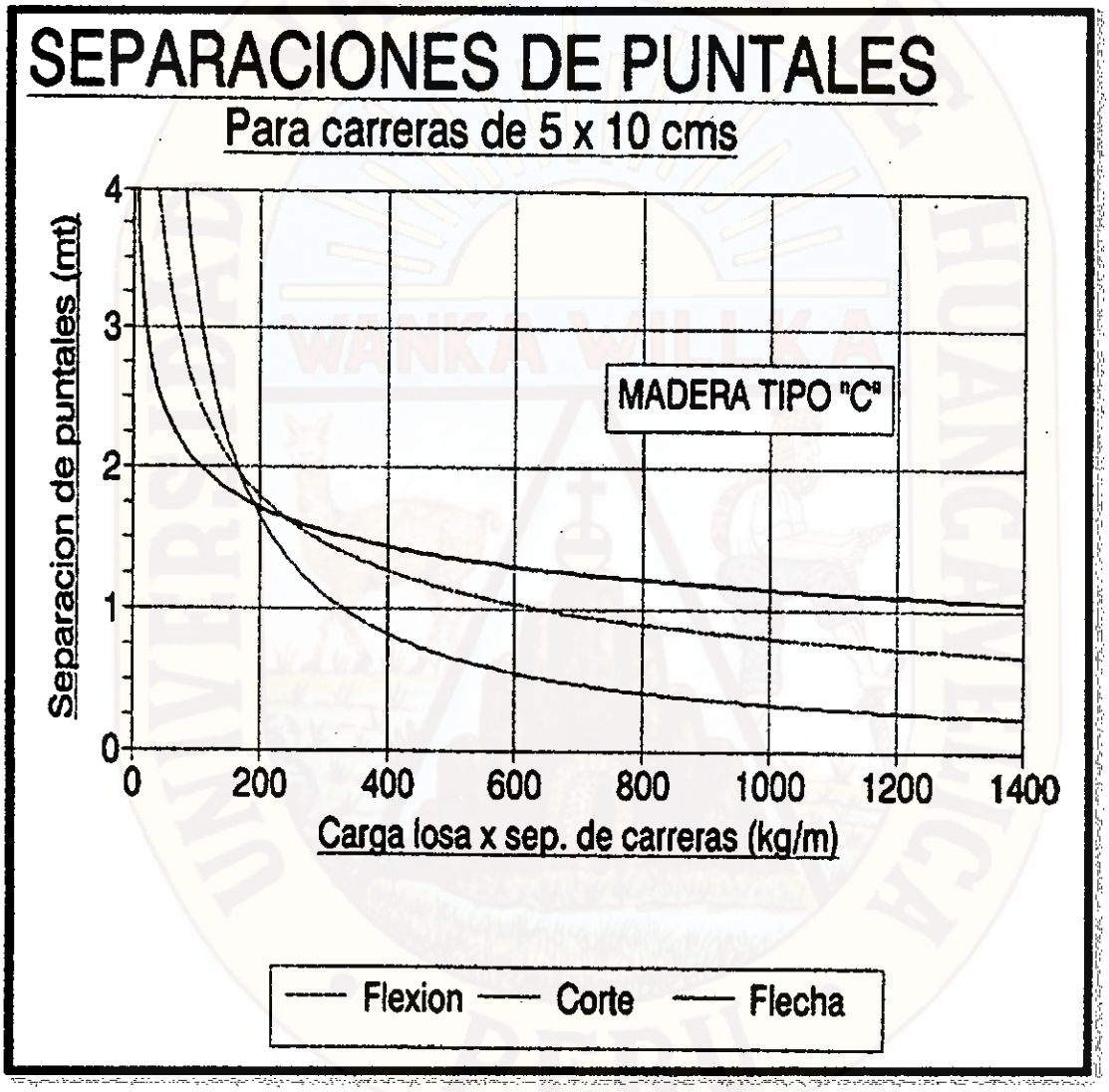
FUENTE: GRUPO ANDINO (1986) **"Manual de Diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.**



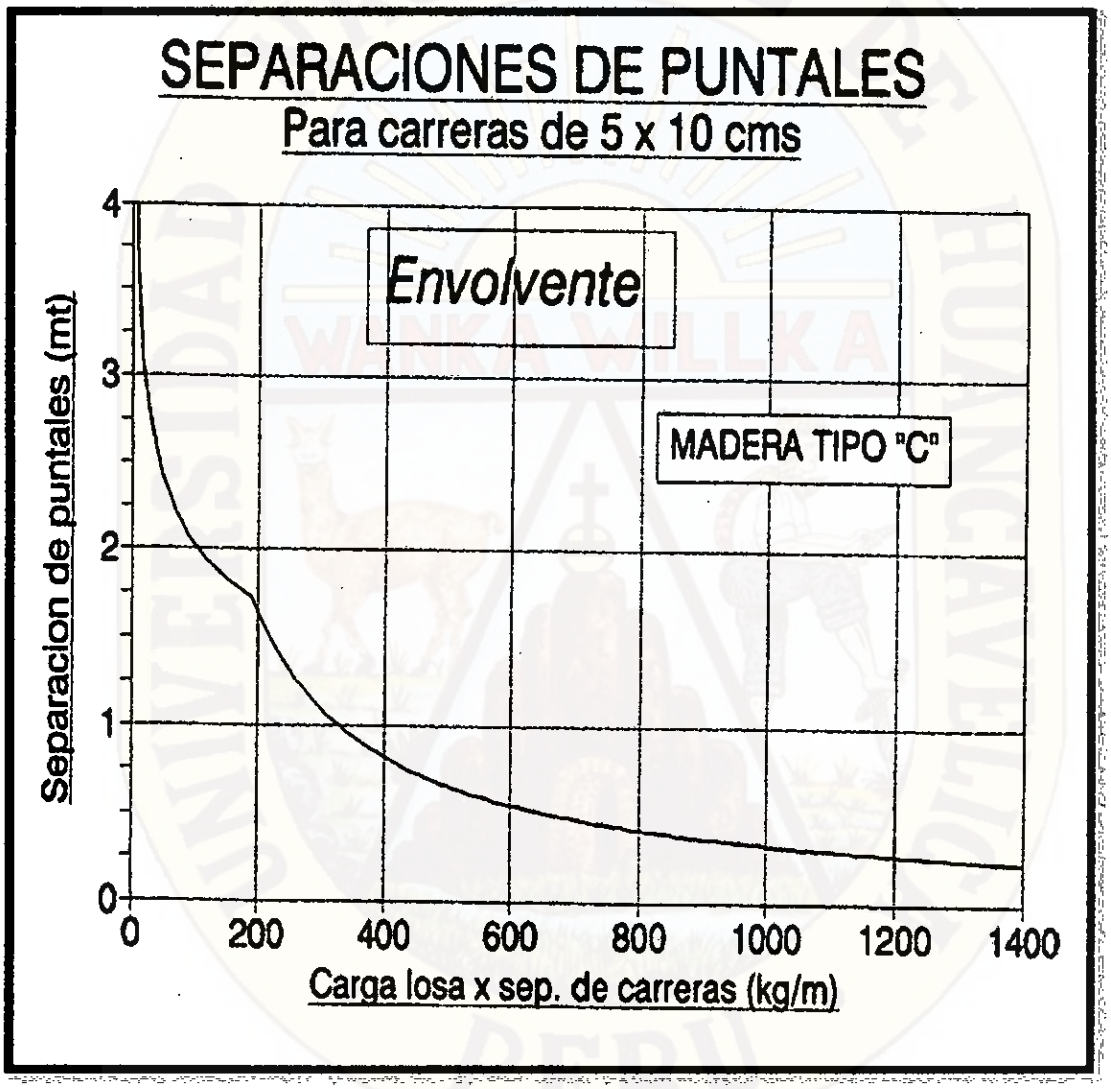
FUENTE: GRUPO ANDINO (1986) **"Manual de Diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.**



FUENTE: GRUPO ANDINO (1986) **"Manual de Diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.**



FUENTE: GRUPO ANDINO (1986) **"Manual de Diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.**



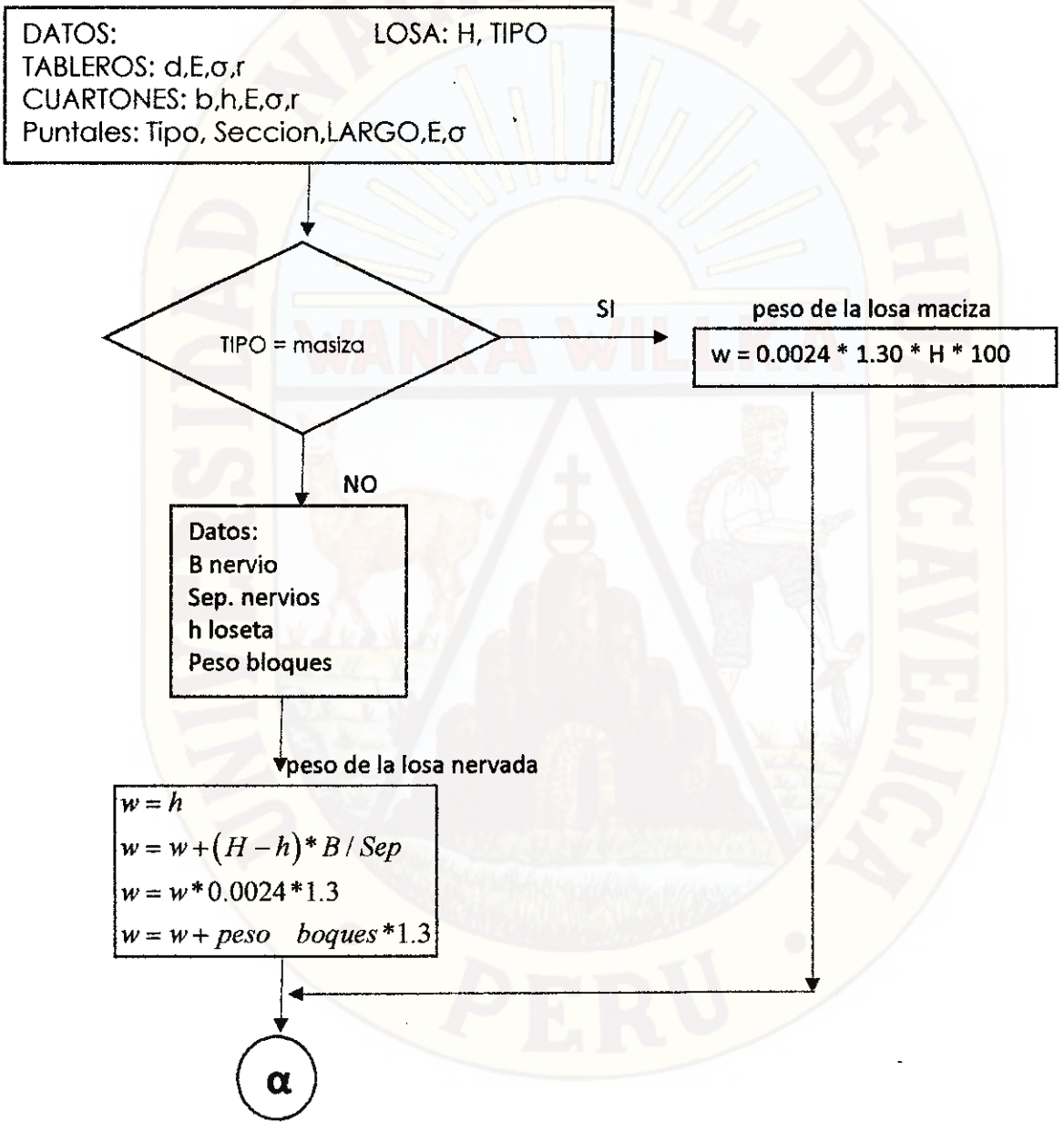
FUENTE: GRUPO ANDINO (1986) **"Manual de Diseño para madera del grupo andino", proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales. PADT-REFORT.**

ANEXOS "B"

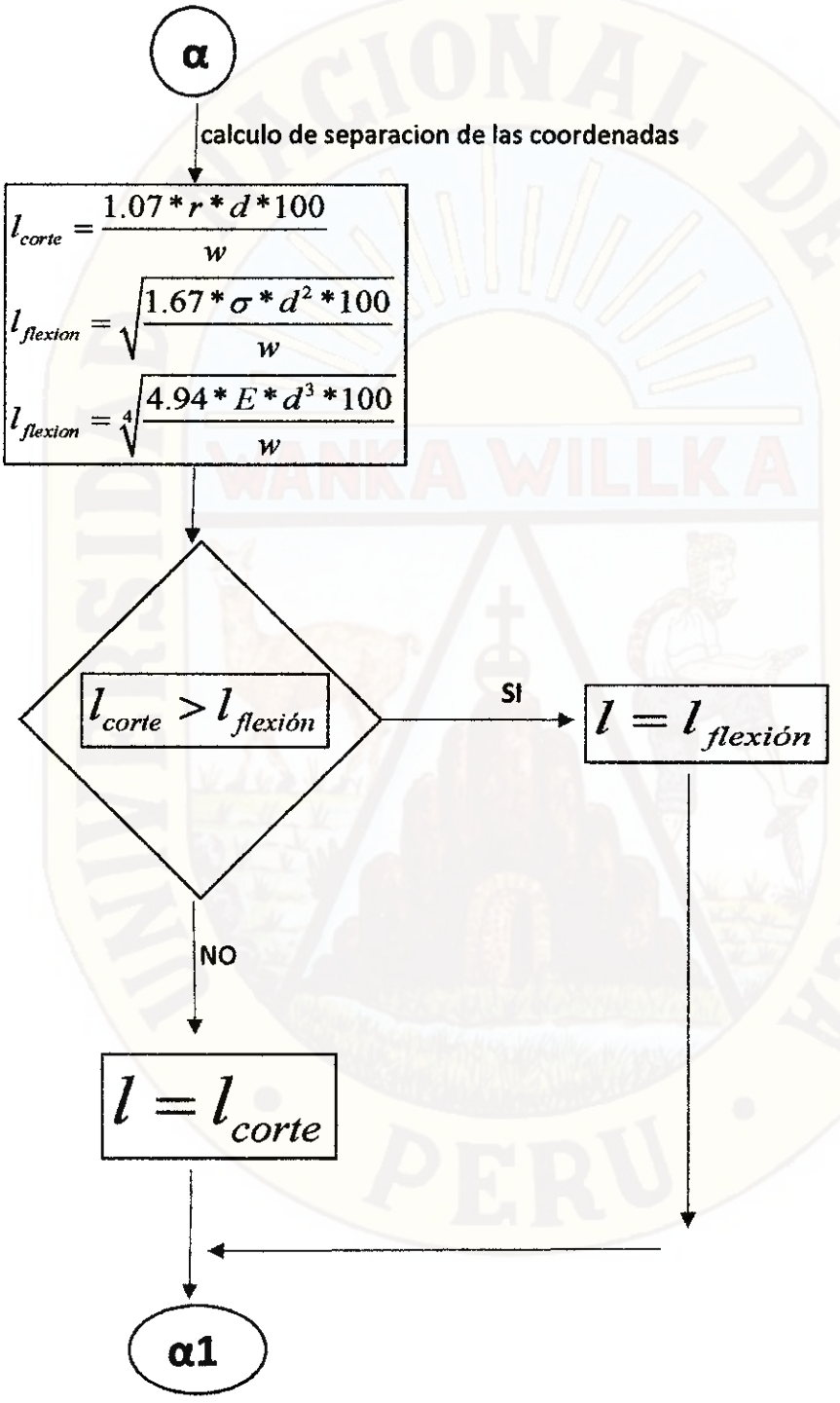
DIAGRAMA DE FLUJOS

PARA CALCULOS DE ENCOFRADOS

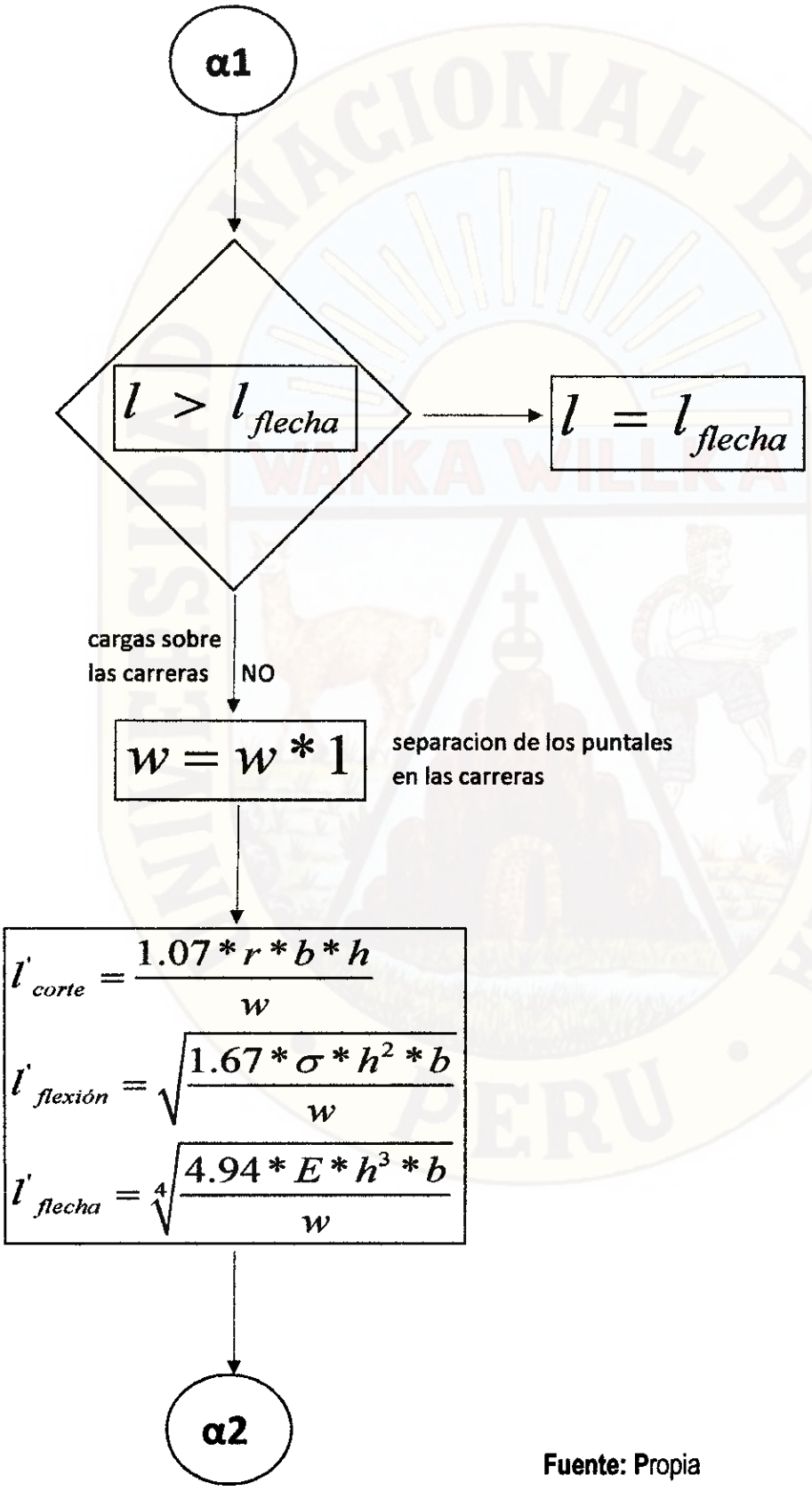
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LOSAS



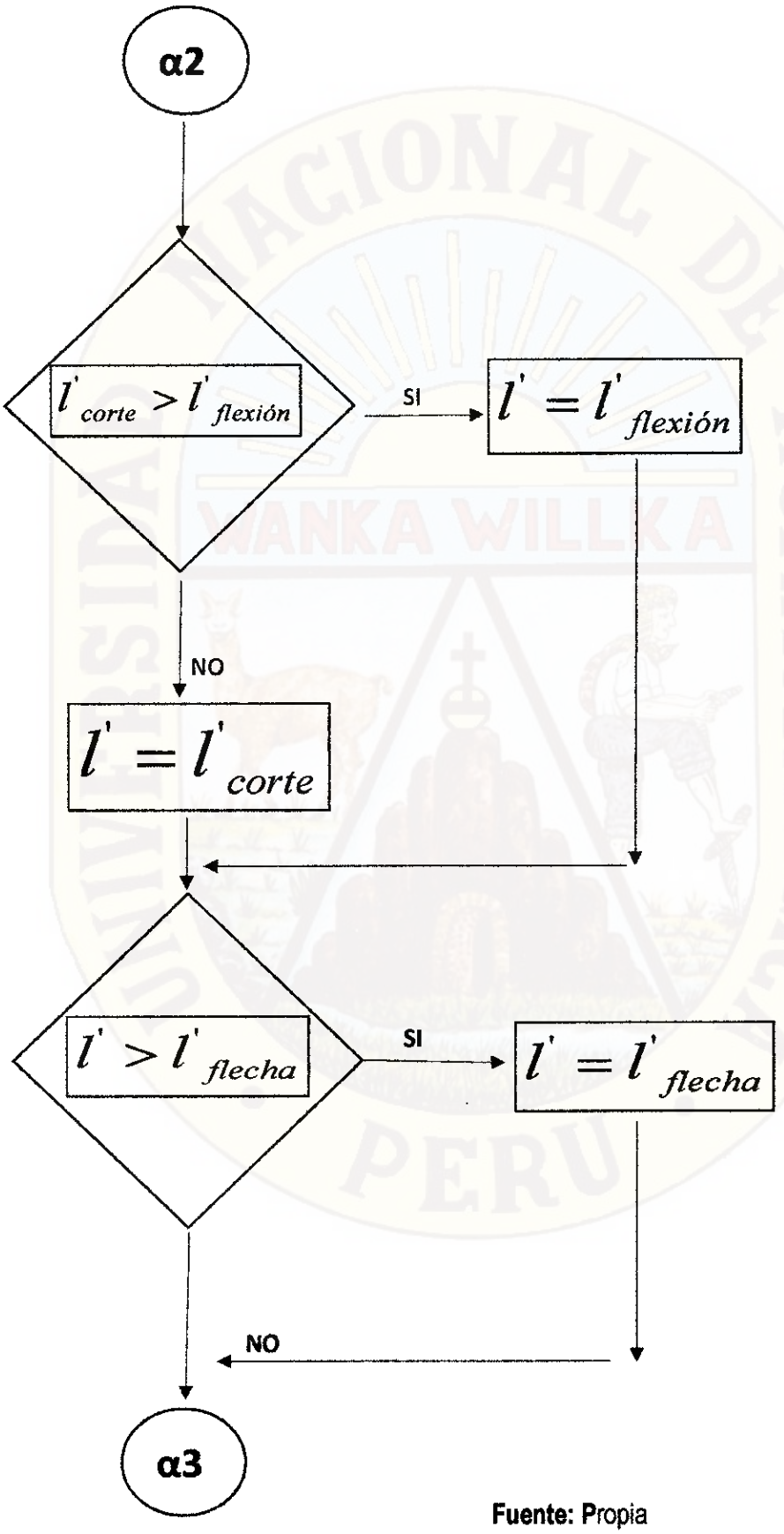
Fuente: Propia



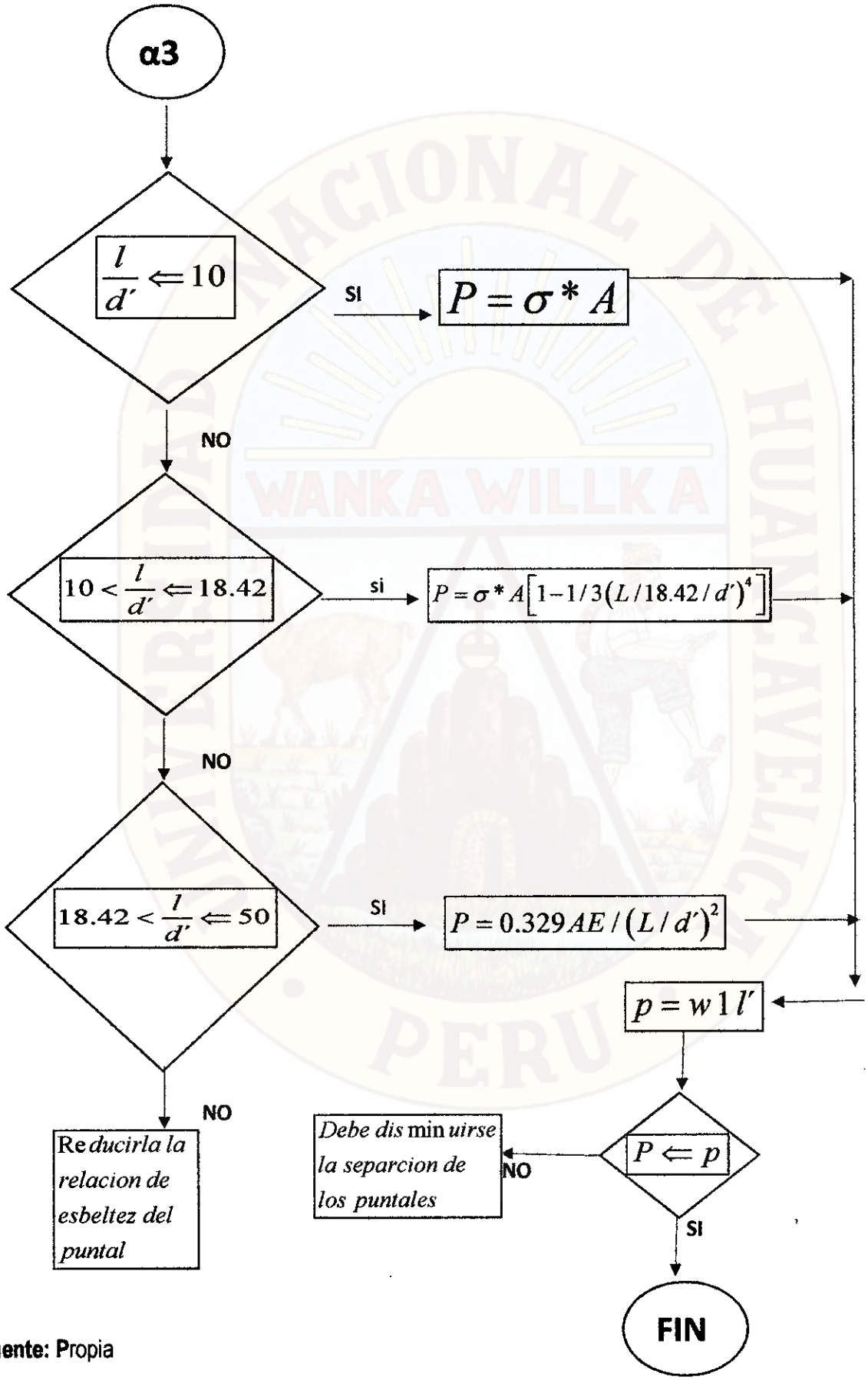
Fuente: Propia



Fuente: Propia

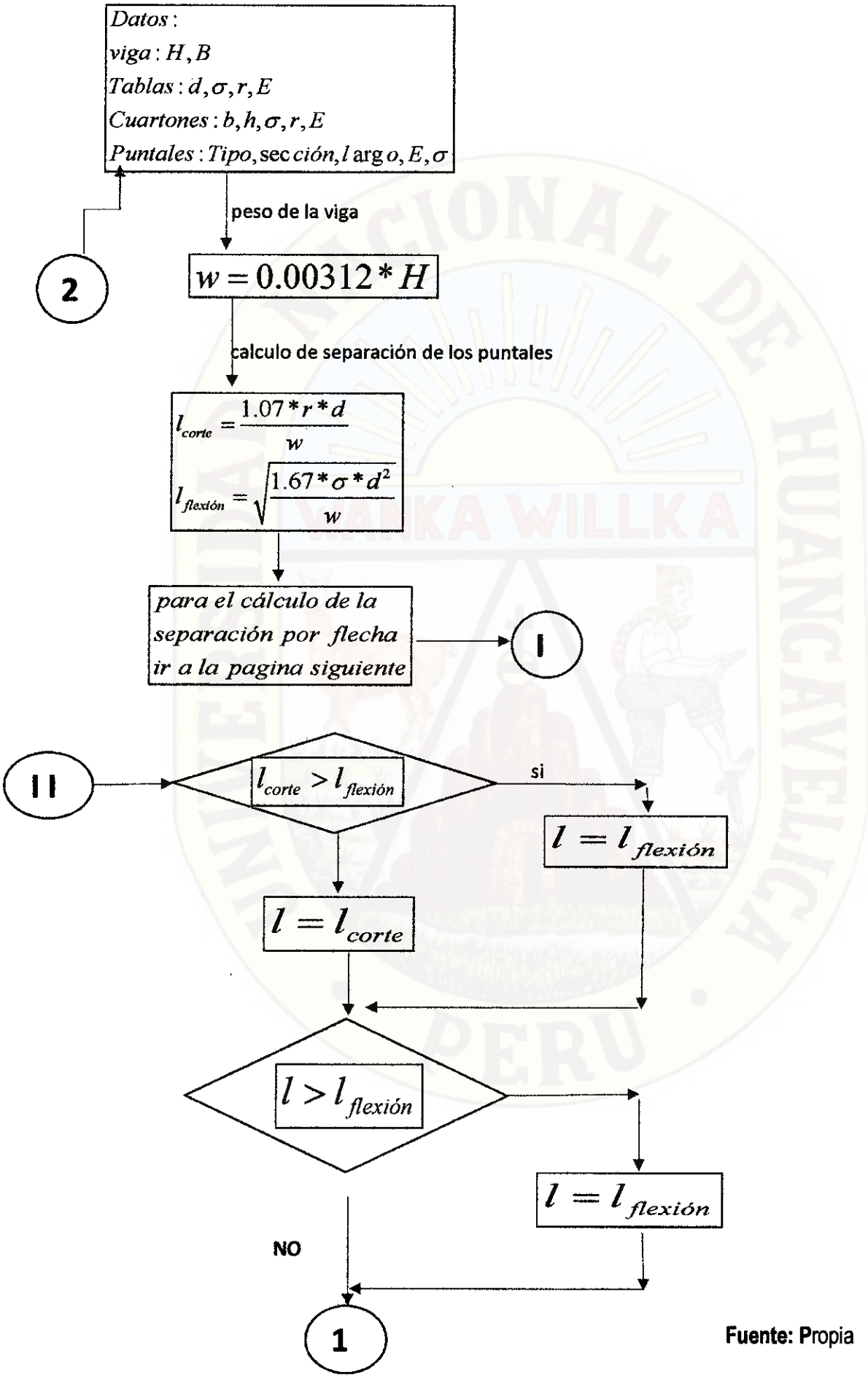


Fuente: Propia

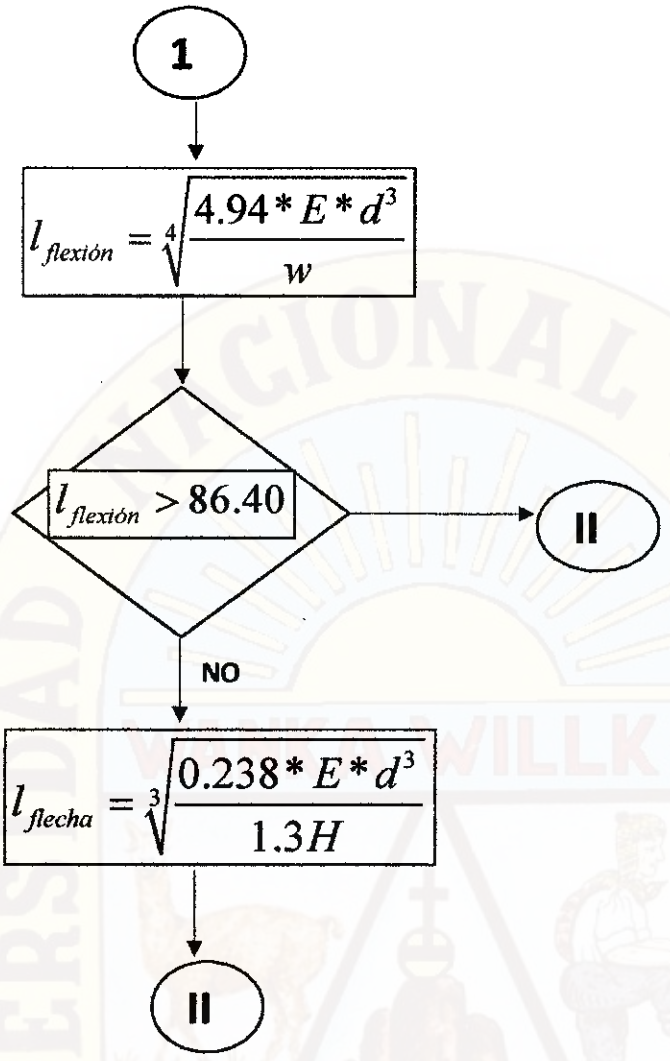


Fuente: Propia

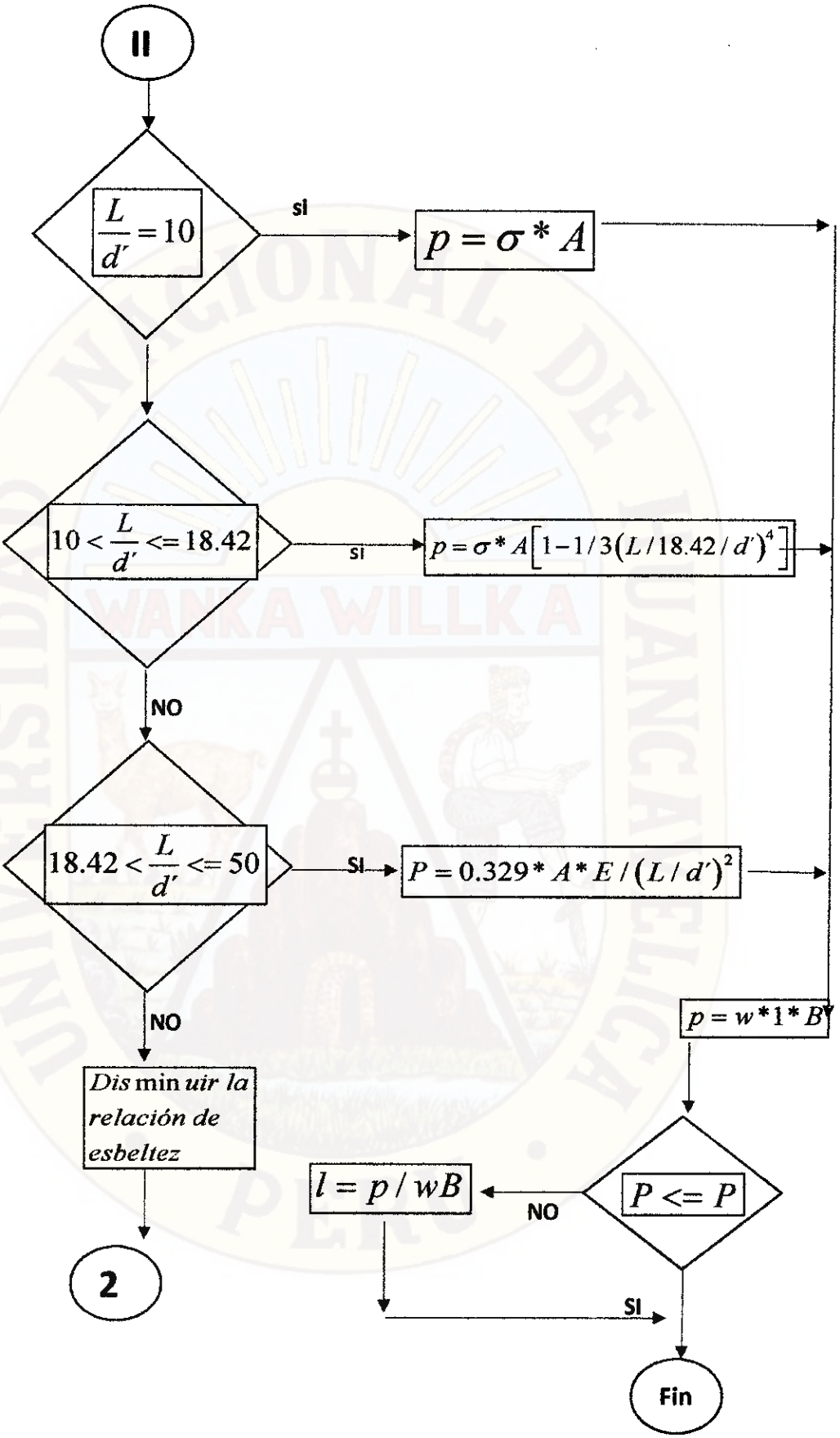
DIAGRAMA DE FLUJO PARA VIGAS



Fuente: Propia

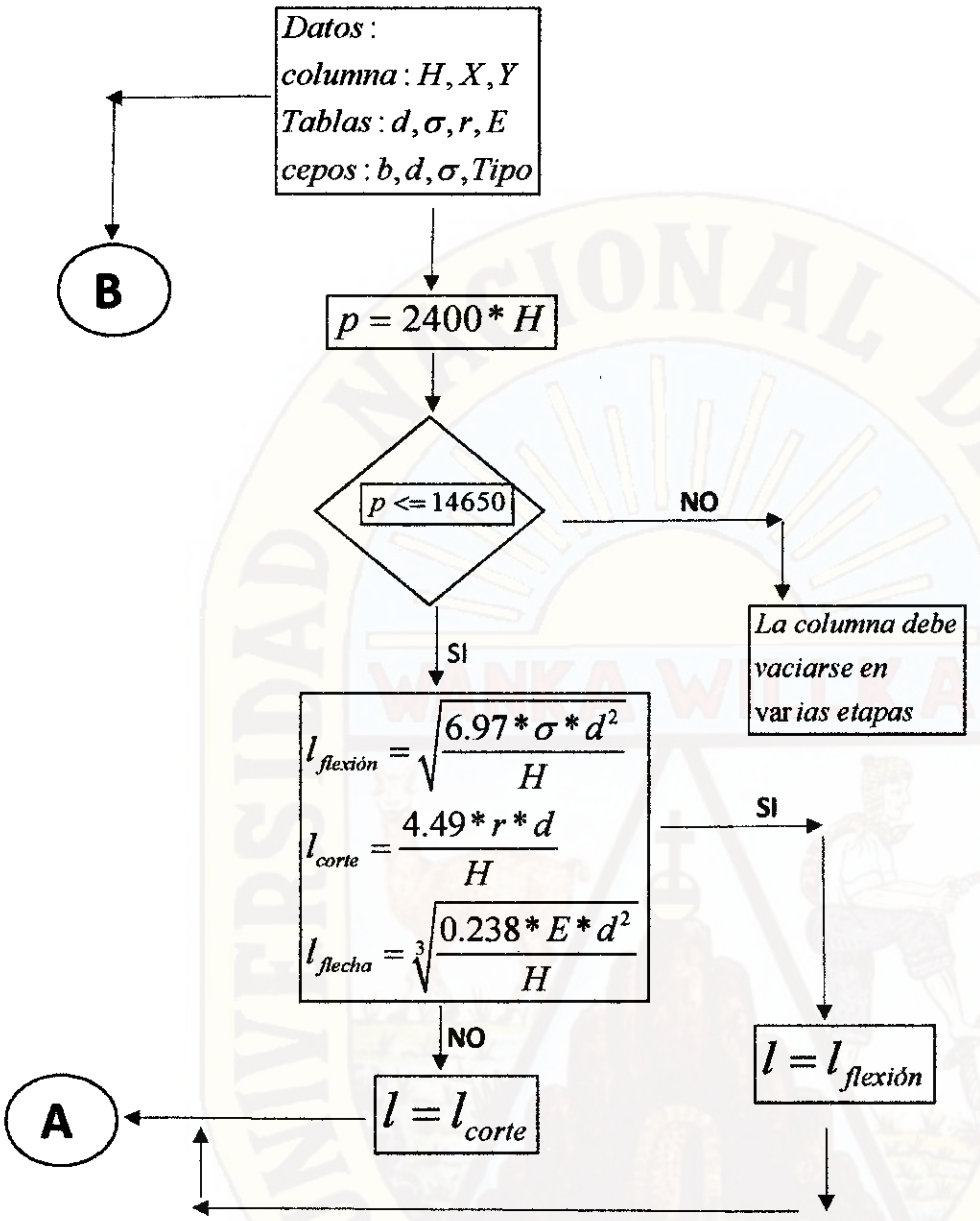


Fuente: Propia

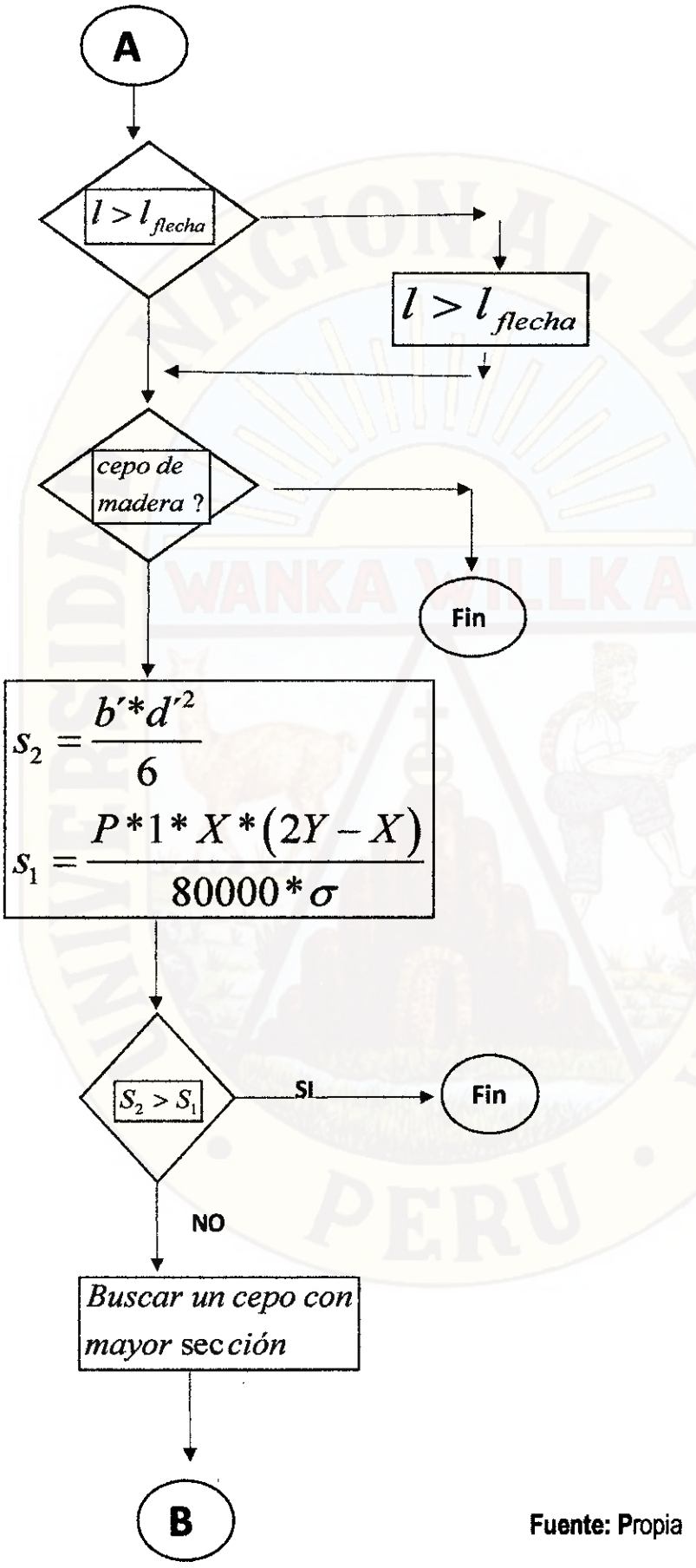


Fuente: Propia

DIAGRAMA DE FLUJO PARA COLUMNAS



Fuente: Propia



Fuente: Propia

ANEXOS "C"

FOTOGRAFIAS

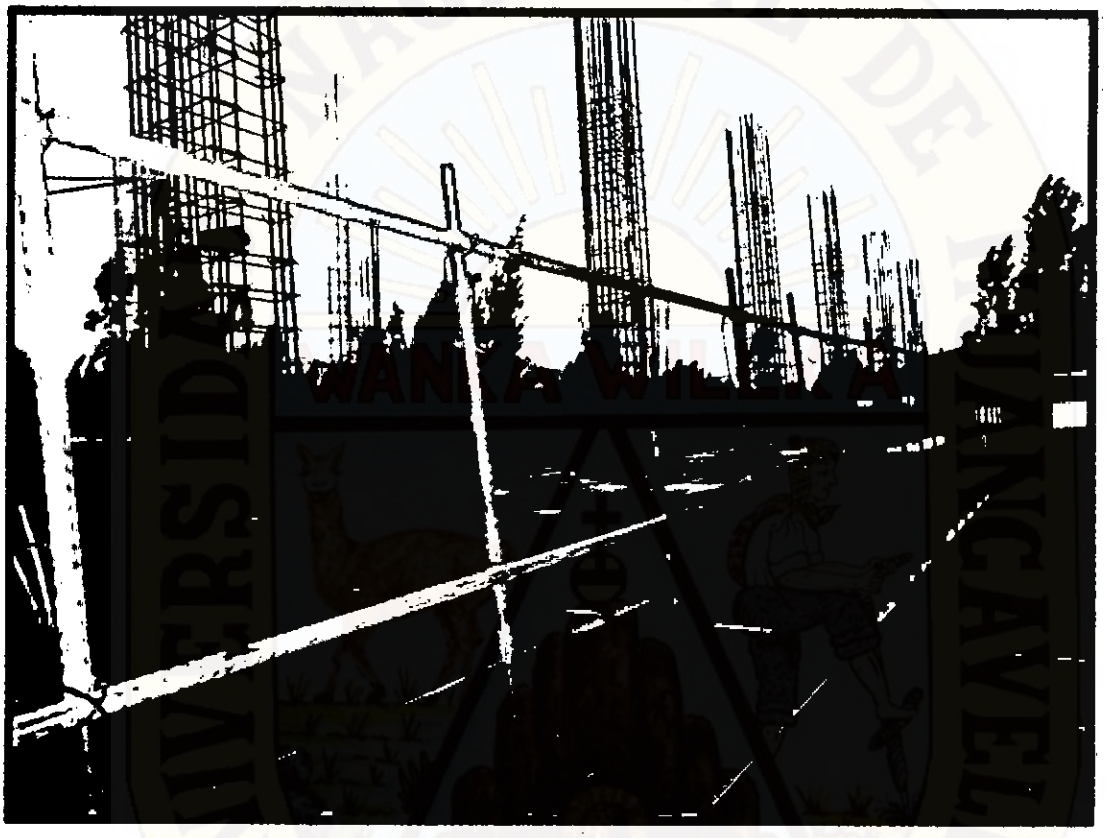


Foto 01: separación de las carreras para la colocación del entablado del encofrado de las losas.

FUENTE: PROPIA

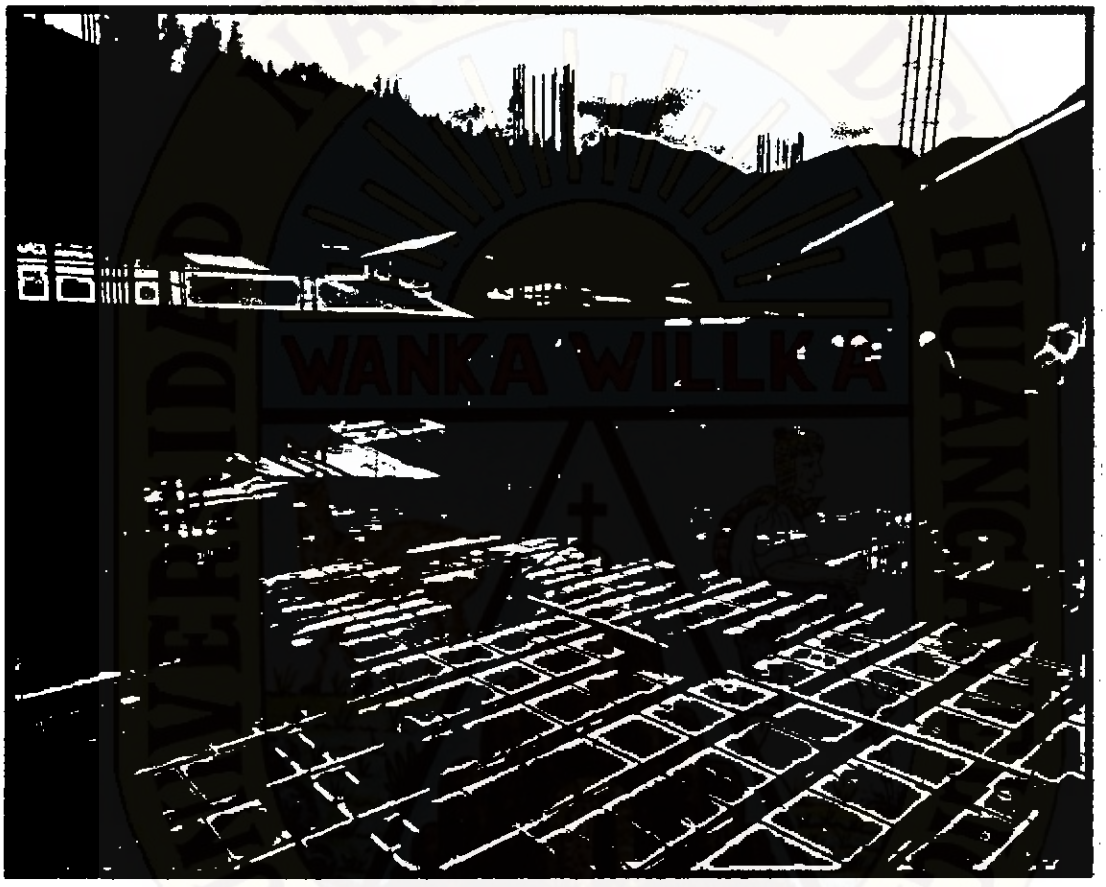


Foto 02: Preparación de encofrado para el vaciado de la losa.

FUENTE: PROPIA

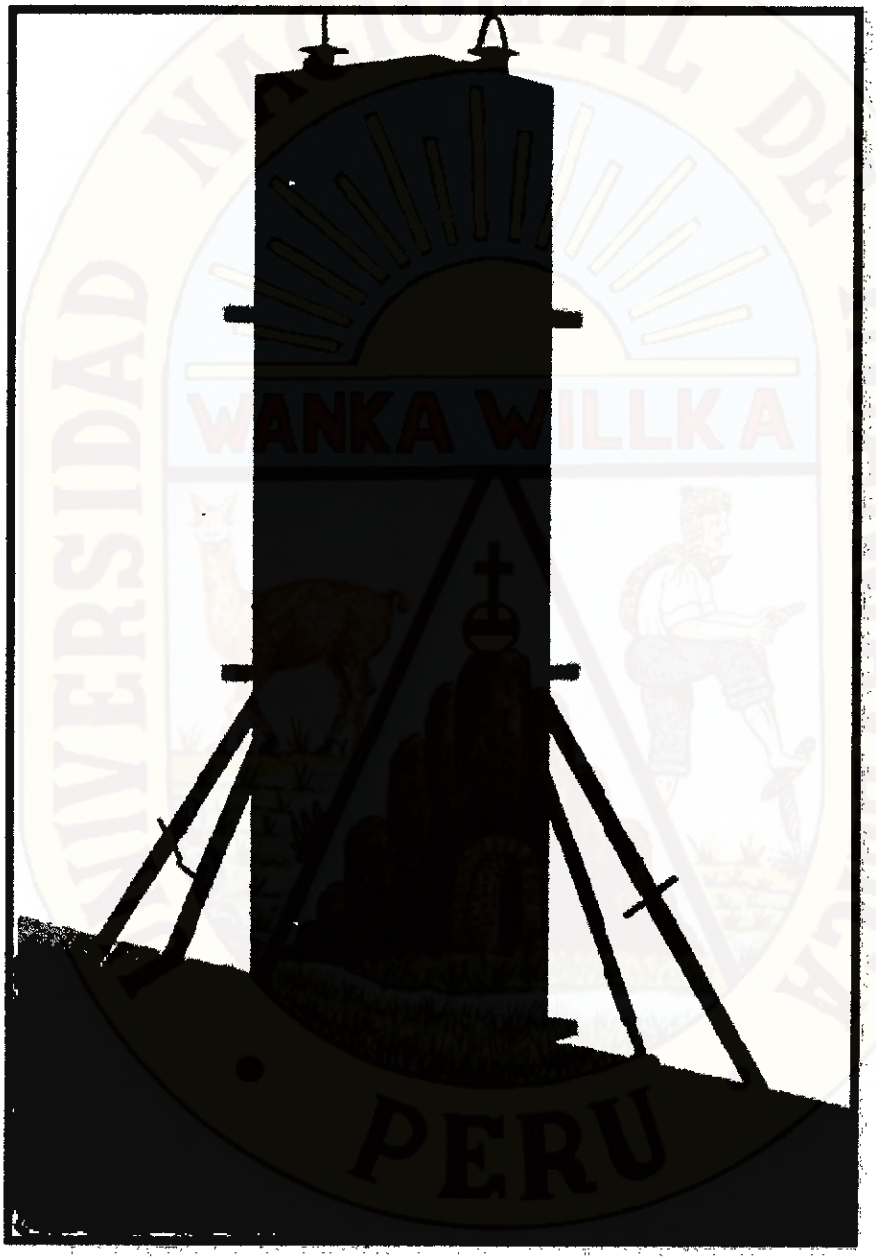


Foto 03: Encofrado de columnas con cepos metálicos.

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA PERI

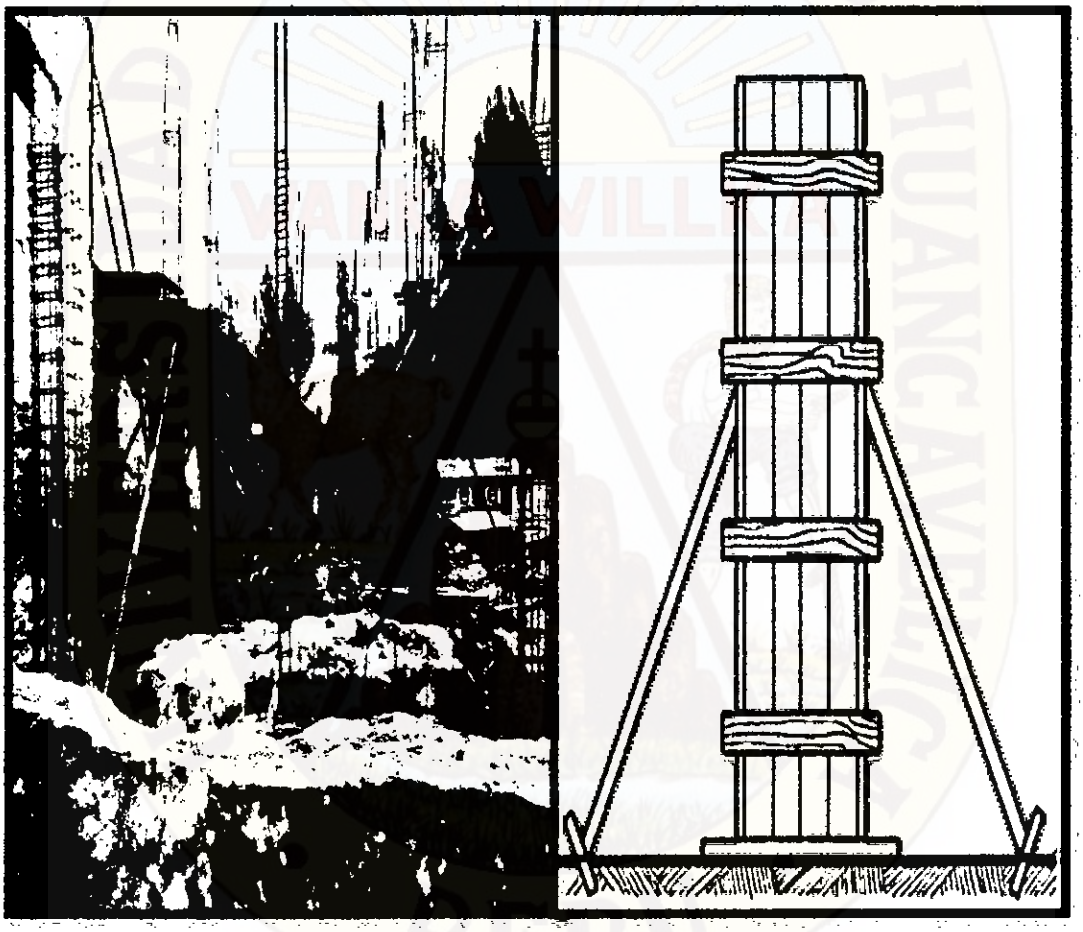


Foto 04: Encofrado de columnas con cepos de madera.

FUENTE: PRPIA Y CATALOGO DE LA EMPRESA PERI

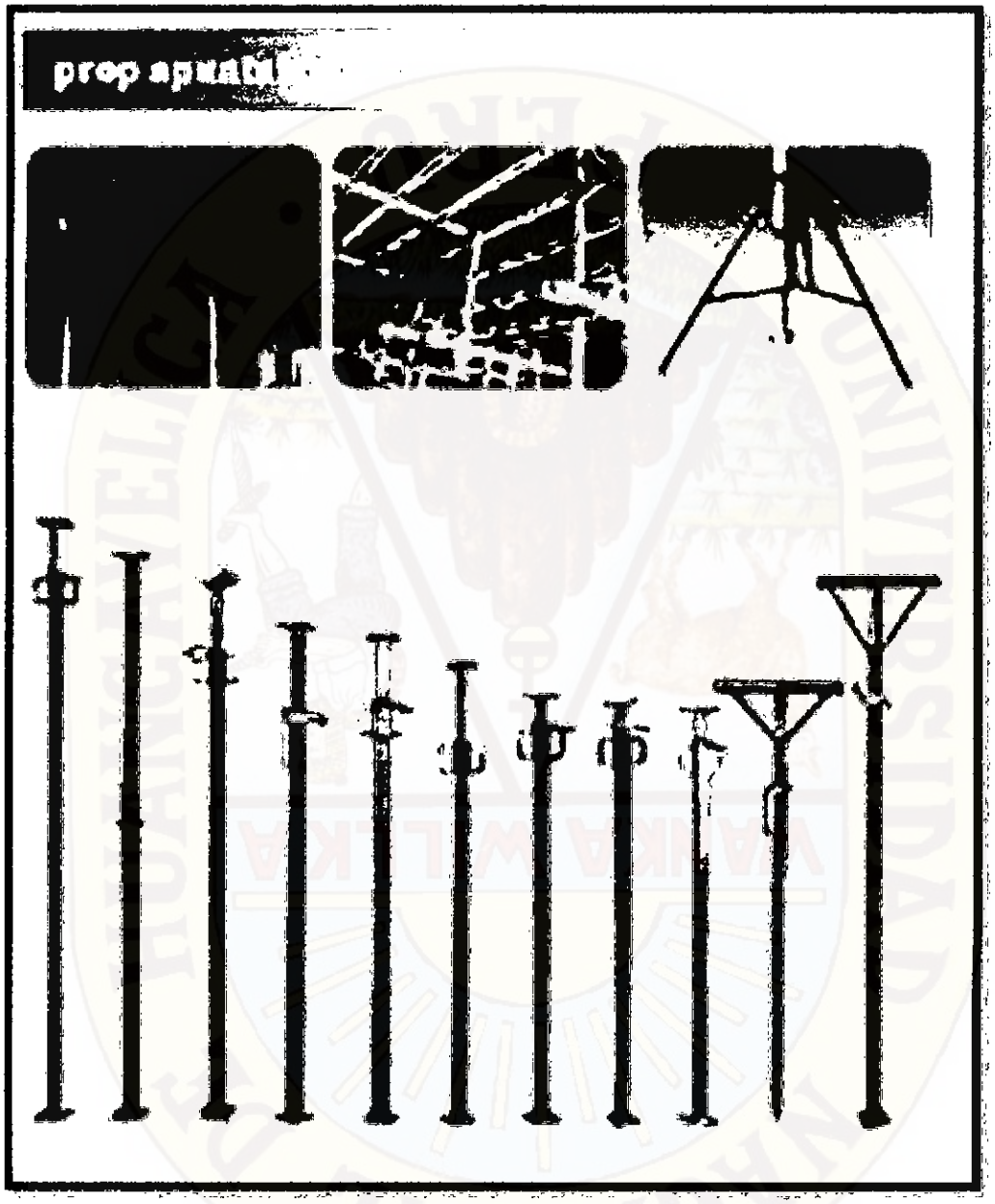
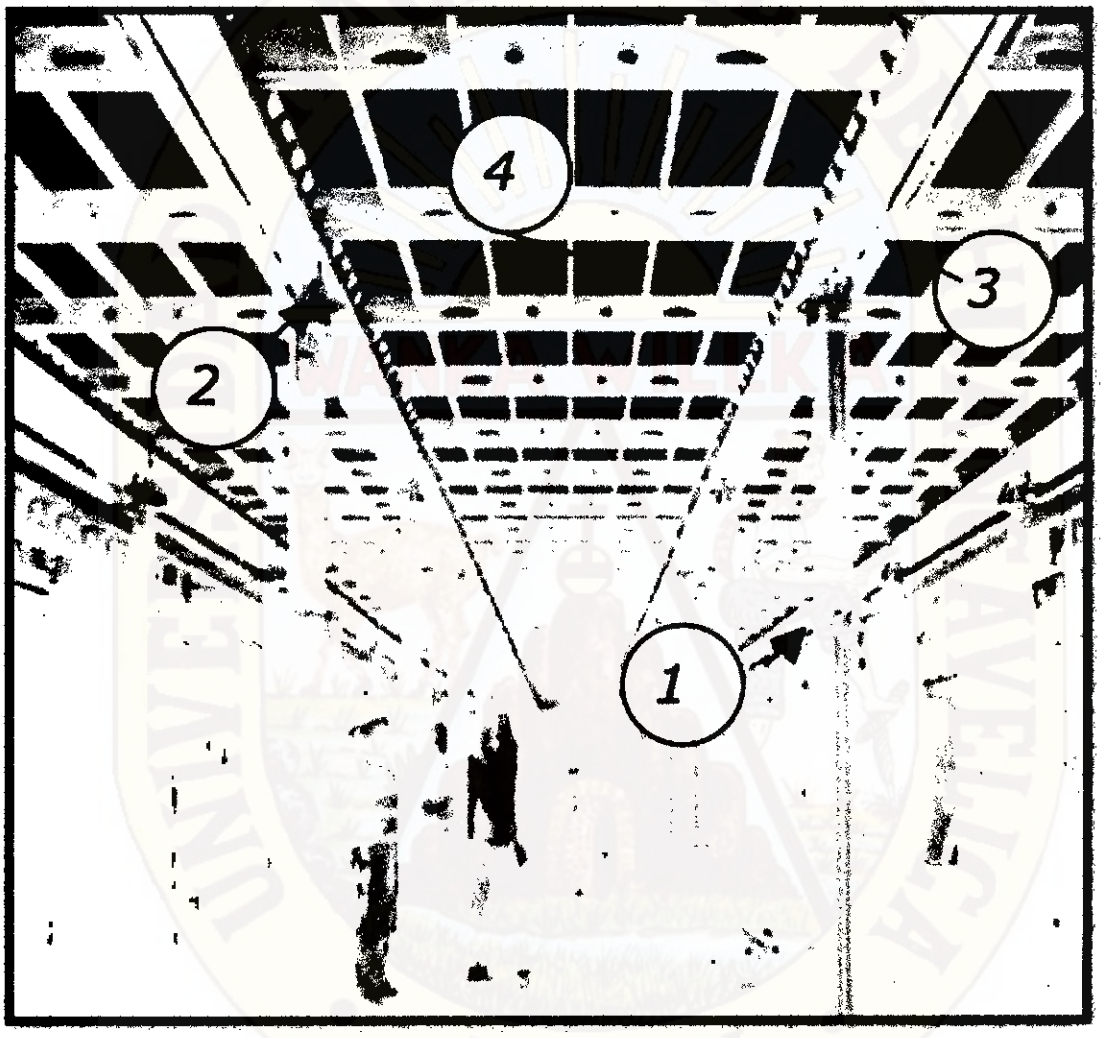


Foto 05: apuntalamiento metálico.

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA PERI



1. Puntal
2. Cabezal de caída
3. Viga longitudinal
4. Panel ligero de encofrado

Foto 06: Encofrado metálico

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA PERI

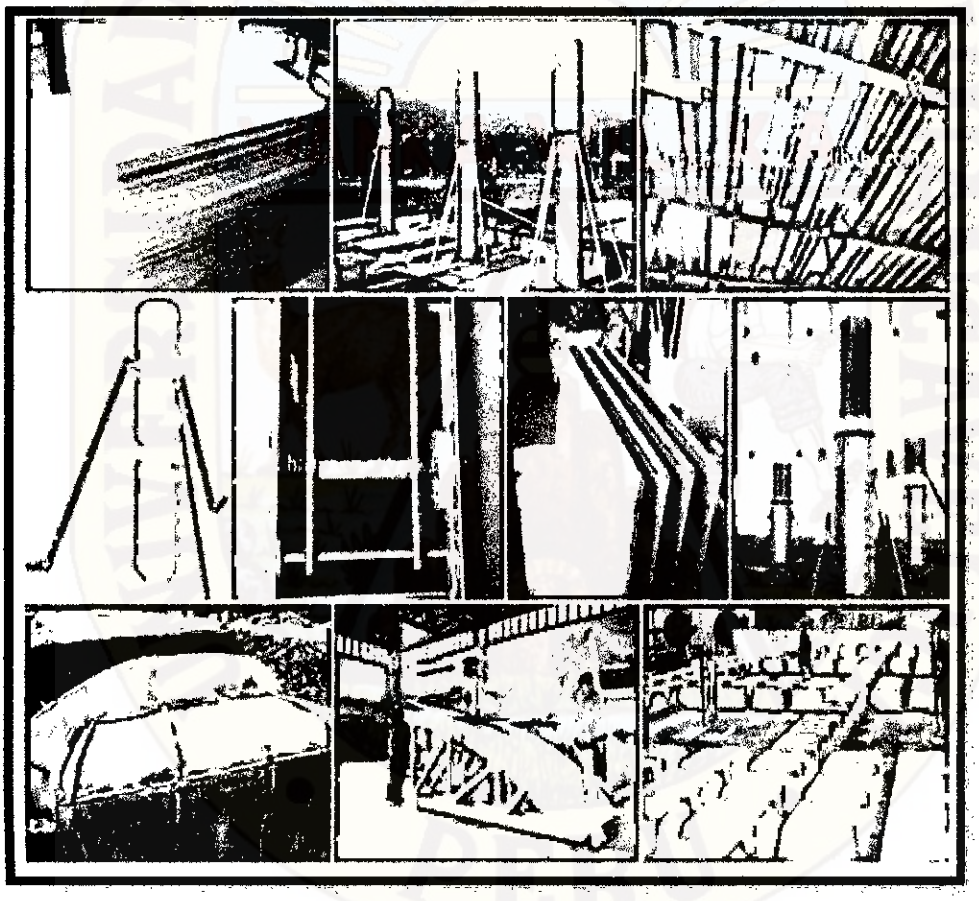


Foto07: Encofrado de fibra de vidrio.

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA PERI

ANEXOS "D"

FOLLETOS Y CATALOGOS

B. Cotización de encofrados metálicos

PERI

Sres.

PERI PERUANA SAC

Av. El Sol Mz. LL2 Lt.2 Puerta N°5
Lima

PRESUPUESTO: 140562-01A del 02/09/2014
Alq. Por unidad

PERI PERUANA SAC

Av. El Sol Mz. LL2 Lt.2 Puerta N°5
(Alt. Km. 19.5 Antigua Panamericana Su
Villa El Salvador, Lima – Perú
Tel/fax: 0051-1-2552200

Obra: Las Palmas del Golf
REF: Elementos verticales y horizontales

01 ELEMENTOS VERTICALES	Unidad.	Pr. Alquiler Mensual S/.
01.01Muro 02 caras Hmax=2.7m Incluye: paneles, elementos de unión, estabilizadores y consolas de vaciado. Los remates de madera son por cuenta del cliente	M2	30.003
01.02Columnas 1.10x0.30m/Hmáx=2.7m/04 Juegos Incluye: piezas de estabilización y consolas para vaciado. Los remates de madera son por cuenta del cliente. Sistema PERI-HANDSET	M2	60.006
01.03Consola Ligera Las tablas para la plataforma y barandas son por cuenta de la obra. Sistema PERI-TREPA	Un	30.003

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA PERI

PERI

Sres.

PERI PERUANA SAC

Av. El Sol Mz. LL2 Lt.2 Puerta N°3
Lima

PRESUPUESTO: 140362-01A del 02/09/2014
Alq. Por unidad

PERI PERUANA SAC

Av. El Sol Mz. LL2 Lt.2 Puerta N°3
(Alt. Km. 19.5 Antigua Panamericana Sur
Villa El Salvador, Lima – Perú
Tel/fax: 0051-1-2932200

Obra: Las Palmas del Golf
REF: Elementos verticales y horizontales

02 ELEMENTOS HORIZONTALES	Unidad	Pr. Alquiler Mensual S/.
02.01 Soporte de Losa Aligerada Hmax=2.7m El material será rotado del sótano hacia los pisos superiores Incluye: Viga primaria, secundaria, cabezales, puntales y trípodes El fenólico de contacto será por cuenta del cliente	M2	10.500
02.02 Soporte de Viga Peraltada Hmáx=2.1m/04 Juegos Incluye: Viga primaria, secundaria, cabezales, puntales y trípodes El fenólico de contacto será por cuenta del cliente Sistema PERI-MULTIFLEX	M2	20.001
02.03 Lateral de Viga La solución incluye barras, tuercas, elementos de unión y alineamiento, estabilización. Los remates de madera de ser necesarios serán por cuenta del cliente Presión máxima de hormigonado 40 KN/m² Peso del sistema con accesorios 30 kg/m² Sistema PERI-HANDSET	M2	33.002

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA PERI

UNISPAN

Referencia: **Cotización N° 14-598-01 Residencial Las Palmas**

Los equipos de encofrado ofertado tienen las siguientes características:

ENCOFRADO PARA COLUMNAS.

- Los paneles **100% metálicos** vienen disponibles en diversas medidas y permiten modular columnas de dimensiones y alturas variables. Se acoplan fácilmente mediante juegos de cuña.

- En columnas cuyos lados son menores a 600 mm **no es necesario emplear tirantes** separadores entre los paneles de encofrado. Cuando las dimensiones son mayores, los tirantes pueden ser internos o externos, según la densidad del acero de refuerzo presente en la columna.

- Las alzaprimas push-pull permiten aplomar la columna por dos de sus cuatro caras.

- El único elemento consumible es el botón plástico, que se emplea para tapar los agujeros del panel. La vida útil de los mismos es de seis usos.

- Los tirantes separadores son 100% recuperables y se extraen luego del vaciado, sin emplear herramientas especiales.

Alquiler Mensual por m^2 de Encofrado de Columnas Rectangulares:

Columnas H=4.50m: **S/ 32,55 + IGV**

Nota: Los únicos elementos consumibles son los botones plásticos cuyo costo por metro cuadrado es S/0.14 + IGV.

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN

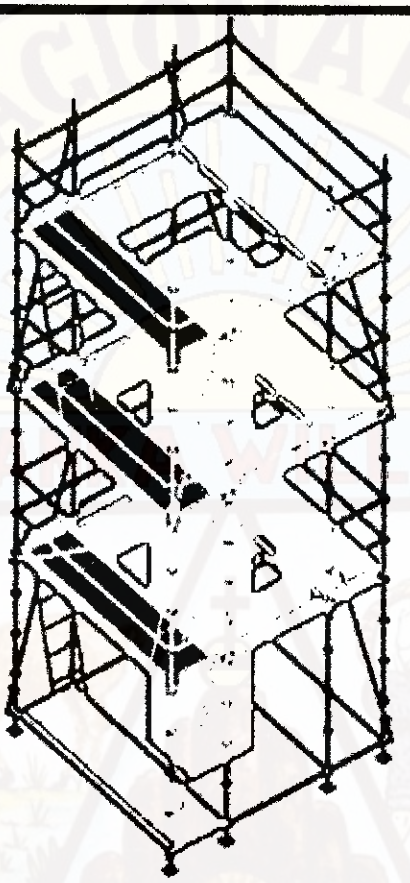
ANDAMIOS PARA COLUMNAS.

- Los Andamios AMD, son fabricados por Pilosio SpA y cuentan con certificación europea en base a las normas EN-12810-1:2004 y EN-12811-1:2004, las cuales establecen directivas en cuanto a las especificaciones técnicas de los productos, los métodos de diseño, los materiales y los ensayos de carga que deben reunir los andamios de componentes prefabricados.

Alquiler Mensual por juego de Andamios de Trabajo para columnas:

Andamio de Trabajo H=4.50m:	**S/. 900,64 + IGV**
Andamio de Trabajo H=8.00m:	**S/. 1,514.10 + IGV**

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN



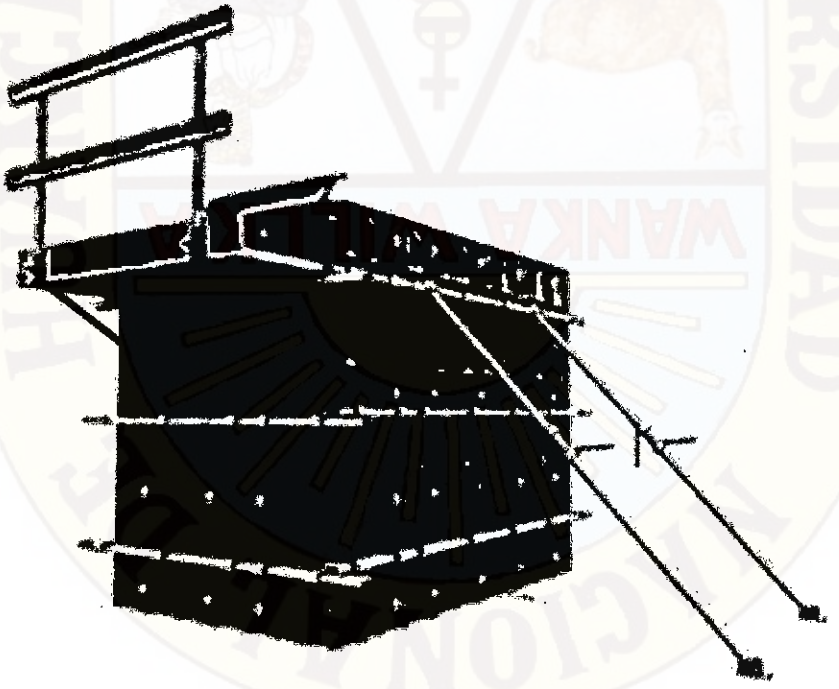
ENCOFRADO PARA PLACAS A DOS CARAS – SISTEMA ALL STEEL.

- Es muy versátil. Los paneles y esquineros disponibles en diversas medidas, permiten modular muros de diversas formas geométricas y alturas.

- **El sistema puede ser operado tanto manualmente como con grúa.** Cuando se dispone de una grúa en obra, los paneles se pueden ensamblar y trasladar en módulos entre cada vaciado, sin desarmarlos en componentes individuales.

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN

- Los paneles 100% metálicos permiten obtener superficies vaciadas uniformes.
- **Los tirantes separadores son 100% recuperables** y se ofrecen en alquiler, lo que permite obtener costos muy competitivos.
- Menor cantidad de juntas en los paneles. El panel más grande mide 2400x600 mm.
- Disponen de ménsulas para el vaciado, que se acoplan a los paneles (primer y segundo piso).
- Las ménsulas de muro y barandas, conforman plataformas de trabajo muy seguras para el encofrado de los muros perimétricos externos del segundo piso.



FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN

- Incluye los siguientes elementos: paneles y esquineros metálicos con sus respectivos elementos de unión (juego de cuñas), canales, tubos y mordazas metálicas para alineamiento, puntales para el aplome, tirantes separadores recuperables.

Alquiler mensual por m^2 de equipo: S/ 26,61 + IGV

Nota: Los únicos elementos consumibles son los botones y conos plásticos cuyo costo por metro cuadrado es **S/ 0,27 + IGV.**

ENCOFRADO PARA PLACAS A DOS CARAS – ENCOFRADO CURVO

- El sistema Uniflex es un encofrado para muros curvos de estructuras tales como cimentaciones, reservorios, silos, tanques elevados, piscinas, pozos y muros arquitectónicos.

- Los paneles pueden curvarse ya que solamente poseen refuerzos verticales.

- La curvatura se obtiene a través de los tubos de andamio que se suministran en base a las dimensiones y necesidad especifica del proyecto.

Alquiler mensual por m^2 de equipo: **S/ 21,61 + IGV**

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN

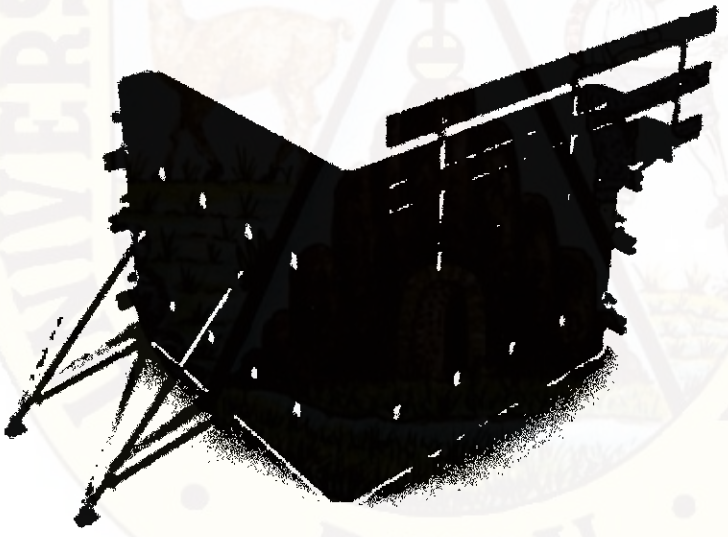
ENCOFRADO PARA PLACAS A DOS CARAS – SISTEMA DUO

- Los paneles del sistema DUO están conformados por un bastidor metálico que le confiere rigidez al sistema y una placa fenólica de 15 mm como superficie de contacto. La combinación de ambos materiales hacen que el sistema sea muy ligero (32 kg/m²).

- Está diseñado para soportar una presión de vaciado máxima de 60 KN/m².

- El encofrado DUO utiliza únicamente tres accesorios para el armado: cerrojo, barra y tuerca.

Alquiler mensual por m^2 de equipo: S/ 49,39 + IGV



ENCOFRADO PARA PLACAS A DOS CARAS – SISTEMA MAGNUM.

- El sistema **MAGNUM** es la solución ideal para obras industriales donde se requiera encofrar rápidamente grandes superficies mediante el uso de una grúa.

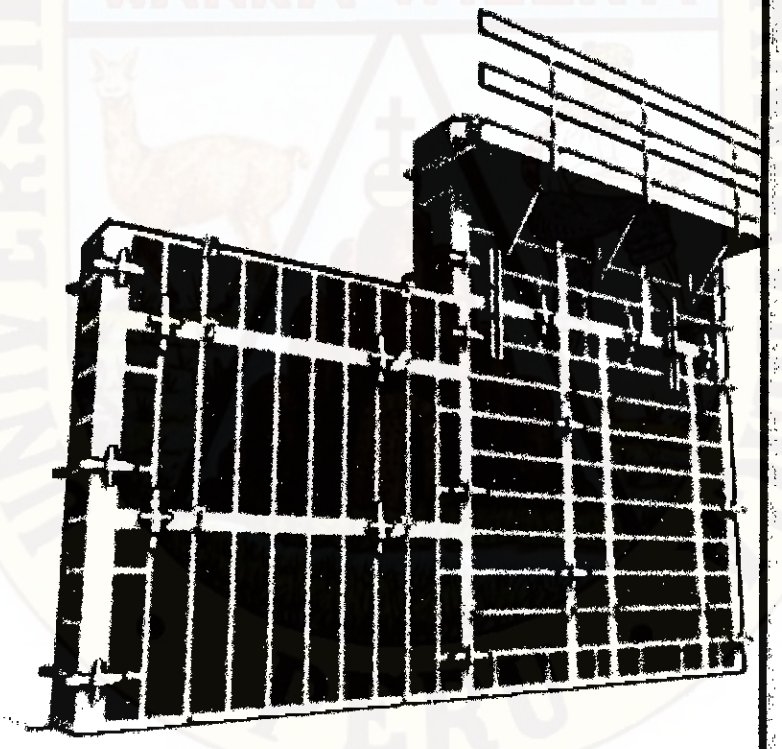
FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN

- Los paneles están conformados por bastidores metálicos muy resistentes y una placa fenólica de 18 mm de espesor.

- Los cerrojos permiten unir y alinear los paneles en forma simultánea, con lo cual no se requiere utilizar perfiles de alineamiento. Cada panel cubre un área de 7,2m2.

- El rendimiento del Sistema Magnum es de 100 m2 por pareja.

- Disponen de ménsulas para el vaciado, que se acoplan directamente a los paneles.



Alquiler mensual por m^2 de equipo: S/ 39,99 + IGV

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN

Opcional: Mensuras de Muro.

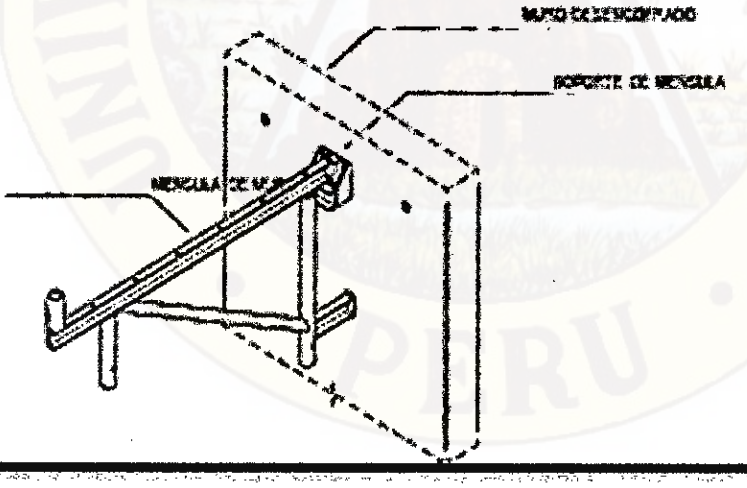
- Las mensuras de muro sirven para conformar superficie de trabajo cuando se encofran placas perimétricas en niveles superiores. Se fijan al muro vaciado mediante el soporte de ménsula y anclajes recuperables o tirantes.

- La longitud efectiva de la plataforma de trabajo es aproximadamente 1,20m.

- El número de mensuras estará en función de la longitud requerida de superficie de trabajo, teniendo en cuenta que las mensuras se disponen a cada 1,20m.

- El valor incluye un tubo de andamio de 1.00m con orejas en el extremo para la fijación de la línea de vida.

Ménsula de Muro con baranda (und): **S/. 16,66 + IGV**



FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN

LOSA MACIZA: HILOAD CANAL CON VIGA DE ALUMINIO.

- Sistema compuesto por marcos metálicos de alta resistencia, de fácil armado y muy versátil, con el cual se puede cubrir grandes áreas a grandes alturas.

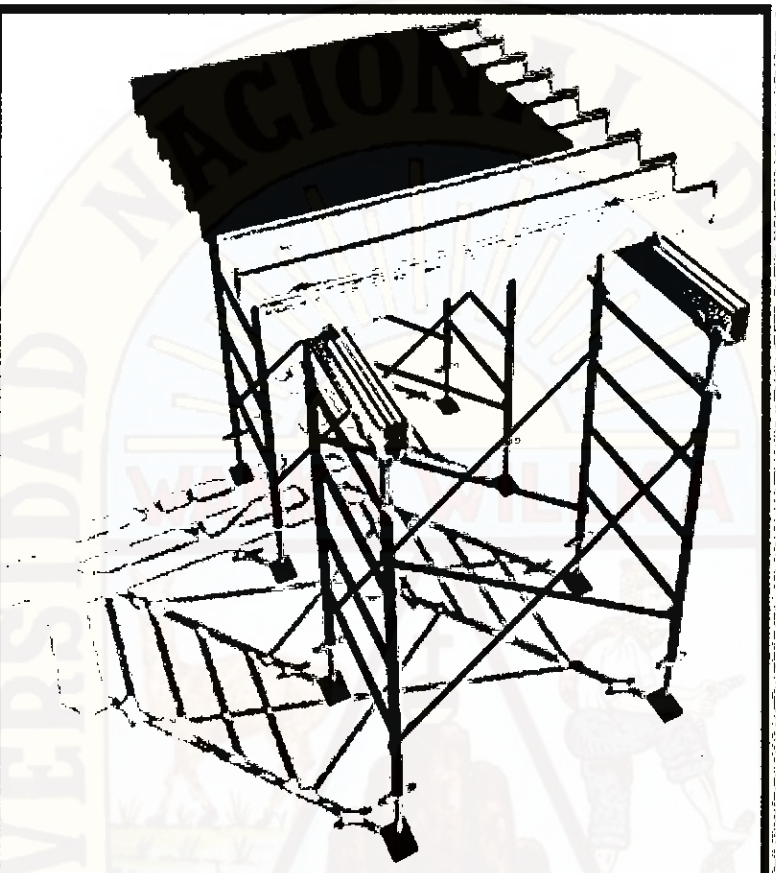
- La separación de los marcos se regulan con la ayuda de crucetas compuesta de ángulos de doble agujero que puede separar los pórticos a distancias de 1.22m, 1.52m, 1.83m y 2.13m.

- El sistema está compuesto por marcos de alta capacidad de carga que se arriostran entre sí a través de crucetas. Cada torre puede soportar hasta 32 toneladas de peso, dependiendo de la extensión de las gatas de apoyo y de la altura de trabajo.

- Los marcos están disponibles en dos medidas, las cuales son de 1.829m de alto x 1.219m de ancho y otro de 0.914m de alto x 1.219m de ancho, los cuales con ayuda de las gatas y las crucetas dan versatilidad al sistema y facilitan su armado.

- **Soporte de Losa H=4.00m: S/. 7.76 + IGV**
- **Soporte de Losa H>4.00m hasta <8.00m: S/. 9,95 + IGV**
- **Soporte de Losa H>6.00m hasta <12.00m: S/. 12,75 + IGV**

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN



VIGUETAS PREFABRICADAS: SOLUCIÓN PUNTAL INDIVIDUAL

El sistema LOSA PE es un encofrado muy económico y se utilizan puntales extensibles como elementos de soporte que pueden ser graduados a la altura requerida a través de los pines y tornillos de regulación.

El sistema permite mayor fluidez para el tránsito del personal ya que no posee elementos de unión entre puntales. Cada puntal puede cubrir un área de hasta 5m².

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN

Alquiler mensual por m^2 de soporte de losa: **S/ 7,71 + IGV**

ENCOFRADO PARA VIGAS

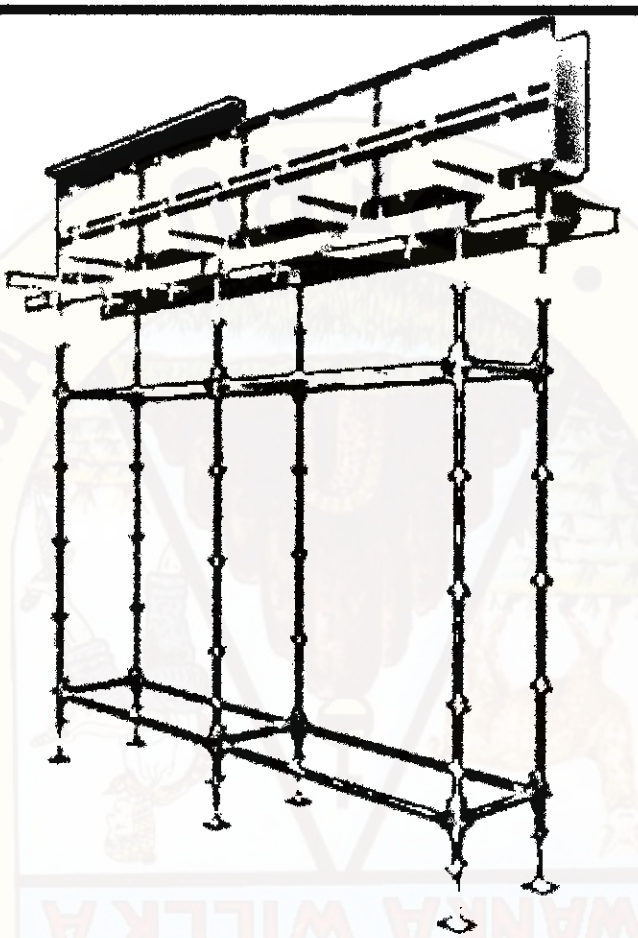
a. Fondos de viga

- Incluye en el valor todos los siguientes elementos: paneles de losa, juego de cuñas.

- Para optimizar el uso de los encofrados para fondos de viga, se recomienda recuperar los paneles a los cuatro días del vaciado, manteniendo apuntalados los tercios de la viga.

Alquiler mensual por m^2 de fondos de viga: **S/ 23,27 + IGV**

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPA



b. Costados de viga

- Incluye en el valor todos los siguientes elementos: paneles de losa, juego de cuñas. esquineros internos esquineros externos, juego de cuñas, tirantes separadores 100% recuperables, tuercas mariposas.

- Los paneles de costados de viga pueden ser recuperados al dia siguiente del vaciado.

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN

fachadas internes como en externas. Unispan brinda en forma opcional el sistema de aplome de laterales de viga:

Alquiler mensual por mL de aplome para laterales: S/ 6,93 + IGV

Consumibles: únicamente botones y conos plásticos cuyo costo por metro cuadrado es **S/ 0,24 + IGV.**

c. Soporte de vigas

- Incluye en el valor los siguientes elementos: gatas base, puntales, travesaños, gatas "J", gatas "U", canales metálicos, clips para canal, tubos de andamio y coplas giratorias.

Alquiler mensual por mL de soporte de vigas con alzaprimado (castillos):

Soporte h = 4,50m:	**S/ 21.08 + IGV**
Soporte h > 4,50m < 7,00m:	**S/ 35,20 + IGV**
Soporte h > 7,00m < 9,50m:	**S/ 70,41 + IGV**

d. Escuadra para vigas

- Las escuadras para vigas se emplean cuando se encofran los fondos y costados de viga con paneles de madera.

- En la mayoría de los casos no es necesario colocar tirantes a través de los costados de viga ya que las escuadras absorben las presiones de vaciado.

- Las escuadras tienen un mecanismo de fijación que permite asegurarlas a las vigas de soporte según el ancho de los fondos.

Alquiler mensual por m^2 de laterales de vigas: S/ 24,47 + IGV

FUENTE: CATALOGO DE LA EMPRESA UNISPAN