

**“MANUAL DE ANÁLISIS COMPARATIVO PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y
MONTAJE DE SISTEMAS DE SOPORTE MULTIDIRECCIONAL Y ANDAMIOS
DE CARGA.”**

ANDRÉS LEONARDO CALPA GÓMEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

2010

**“MANUAL DE ANÁLISIS COMPARATIVO PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y
MONTAJE DE SISTEMAS DE SOPORTE MULTIDIRECCIONAL Y ANDAMIOS
DE CARGA.”**

ANDRÉS LEONARDO CALPA GÓMEZ

Trabajo de grado en modalidad práctica empresarial

Para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Director:

ALVARO REY SOTO

Ingeniero Civil, M. Soc.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

2010

DEDICATORIA

A DIOS POR SER EL GESTOR DE TODO Y BRINDARME LA FORTALEZA PARA CULMINAR MI CARRERA, A MI MADRE Y MI HERMANA POR TODO EL CARIÑO Y COMPRENSIÓN, A MI FAMILIA, EN ESPECIAL A MIS TIAS POR TODO EL APOYO Y COMPRENSIÓN DURANTE ESTA ETAPA DE MI VIDA, A MI NOVIA POR SU APOYO INCONDICIONAL, A TODOS MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE LA UNIVERSIDAD Y DEL COLEGIO POR TANTOS MOMENTOS COMPARTIDOS, Y EN GENERAL A TODAS LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON A MI FORMACIÓN PROFESIONAL Y CRECIMIENTO PERSONAL.

ANDRÉS LEONARDO CALPA GÓMEZ

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por ser mi guía, brindarme el conocimiento, la sabiduría y el entendimiento para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mi **madre** y mi **hermana**, por darme todo el apoyo y la confianza para luchar por mis sueños.

A mi **familia**, por brindarme los cuidados, el apoyo, el afecto y darme fuerzas para seguir adelante durante todo estos años.

A la **familia Sequeda**, por brindarme los cuidados, el apoyo y el afecto durante todo estos años.

A la **Universidad Industrial de Santander**, gracias por toda la gama de conocimientos y esparcimiento que me proporcionó durante mi estadía allí.

A la **Escuela de Ingeniería Civil**, por tan valiosa formación y empeño por parte de su profesorado por hacernos grandes personas.

Al **CONSORCIO E.M.-ESTACIONES METROLINEA**, por brindarme la oportunidad de realizar la práctica empresarial y participar en el desarrollo de este importante proyecto de construcción.

Al **Ingeniero Carlos Eduardo Ruiz Navarro**, demás **Ingenieros, Arquitectos, personal administrativo**, y todo el **personal en la obra**; por el apoyo, confianza, respaldo, amistad y aportes brindados en el transcurso de la práctica empresarial que contribuyeron significativamente a mi formación como ingeniero civil.

Al **Ingeniero Álvaro Rey Soto**, docente universitario y director del proyecto de grado, por su acompañamiento, dedicación y orientación en el proceso de la práctica empresarial.

A todos mis **amigos** y **compañeros** de universidad, por su apoyo y acompañamiento durante todos estos años de formación en las distintas etapas del aprendizaje.

A mi **novia**, por ser tan incondicional brindándome todo su amor y compañía.

GLOSARIO

- Andamio: Cualquier estructural temporal, elevada o suspendida para soportar hombres, materiales, o ambos, sobre una plataforma de trabajo.
- Acople: Dispositivo para sujetar componentes de tubo y uniones de andamios.
- Baranda: Pasamanos asegurado verticalmente, colocado a lo largo de los lados expuestos y extremos de la plataforma.
- Carga de trabajo: Carga dada por el peso de los hombres, los materiales y el equipo.
- Carga máxima de diseño: Es la suma de todas las cargas, incluyendo la carga de trabajo y el peso del andamio y cualquier otra carga que pueda ser prevista razonablemente.
- Capacidad de carga: Es carga máxima de trabajo para la cual debe ser diseñado el andamio.
- Escalera de acceso: Es un medio de acceso para una plataforma de trabajo de un andamio que puede ser separada, adaptada o integrada con estribos o escalones espaciados regularmente.
- Plataforma prefabricada: También llamada plataforma integral, diseñada para soportar trabajadores sobre un andamio, fabricada utilizando miembros estructurales metálicos o no metálicos con piso de tablonos o malla abierta.
- Travesaño: Elemento horizontal de un andamio que va de poste a poste, sobre el cual se apoyan las vigas de soporte, formando un tirante entre los postes.
- Refuerzo: Elemento que mantiene un miembro de un andamio en posición fija con respecto a otro miembro.

- Viga de soporte: Elemento horizontal de un andamio soportado por los travesaños sobre el cual se apoya la plataforma.
- Zócalo: Barrera asegurada a lo largo de los lados y los extremos de la plataforma para evitar la caída de materiales, herramientas y otros objetos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	18
OBJETIVOS.....	19
ANTECEDENTES.....	21
1. ANDAMIOS Y SU CONSTRUCCIÓN.....	22
1.1 GENERALIDADES	22
1.2 ANDAMIOS DE MADERA	38
1.3 ANDAMIOS ORDINARIOS Y SUS CLASES	75
1.4 ANDAMIOS ENSAMBLADOS Y SUS CLASES.....	86
2. ANDAMIOS METÁLICOS.....	97
2.1 GENERALIDADES	97
2.2 ANDAMIOS TUBULARES	100
2.2.1 SISTEMA TUBULAR MUNDUS	101
2.2.2 APLICACIONES DE ANDAMIOS TUBULARES MUNDUS.....	104
2.3 EJECUCION DE ANDAMIOS	109
2.4 CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS ANDAMIOS.....	111
2.5 OTRAS MODALIDADES DE ANDAMIOS	112
3. FICHAS TECNICAS SISTEMAS DE ANDAMIOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO.....	120
3.1 EQUIPO SUMINISTRADO POR IMPAC	121
3.1.1 SISTEMA DE SOPORTE MULTIDIRECCIONAL.....	121
3.1.2 ANDAMIO DE CARGA IMPAC.....	138
3.2 EQUIPO SUMINISTRADO POR UNISPAN.....	140
3.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS	147
4. MARCO NORMATIVO SOBRE ANDAMIOS.....	148
4.1 NORMATIVIDAD EN COLOMBIA.....	148
4.1.1 ANDAMIOS. DEFINICIONES Y CLASIFICION.....	148
4.1.2 ANDAMIOS. REQUISITOS GENERALES DE SEGURIDAD	152
4.1.3 ANDAMIOS TUBULARES. REQUISITOS DE SEGURIDAD.....	157

5. ASISTENCIA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL	161
5.1 ¿PERO QUIÉN JUZGA LOS RESULTADOS Y MEDIANTE CUÁLES ESTÁNDARES?	161
5.2 INDICE DE PRODUCTIVIDAD	164
5.3 ANALISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS EN LA CONSTRUCCION	166
5.3.1 ESTUDIO DE TIEMPOS	167
5.4 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE TIEMPOS	168
5.4.1 ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONOMETRO	169
5.4.2 PASOS A SEGUIR EN UN ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONOMETRO	176
5.5 TIEMPOS PREDETERMINADOS.....	182
5.6 MUESTREO DEL TRABAJO	183
5.7 INFORME DE CONTROL: “ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS”	191
5.7.1 Objetivos	191
5.7.2 Metodología.....	191
5.7.3 Trabajo de Campo.....	194
5.8 ANALISIS DE RENDIMIENTOS Y AFECTACION EN LOS COSTOS DE LA MANO DE OBRA Y EN LA PROGRAMACION DEL PROYECTO	200
CONCLUSIONES	205
RECOMENDACIONES	208
BIBLIOGRAFÍA.....	209

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Grúa con cabina de mandos en la parte inferior.	26
Figura 2 Grúa con cabina de mandos en la parte superior.	26
Figura 3 Grúa locomotriz giratoria.....	27
Figura 4 Montacargas para obra.....	28
Figura 5 Esquema de pluma o montacargas.	29
Figura 6 Montacargas de doble brazo	29
Figura 7 Cabrestante.	30
Figura 8, Figura 9, Figura 10 Torno de andamios: operaciones.	32
Figura 11 Polea o garrucha.....	34
Figura 12, Figura 13, Figura 14 Polipastos.	35
Figura 15 Pescante.....	36
Figura 16 Estructura básica del andamio tipo	39
Figura 17 Almacenaje de cuerdas.	48
Figuras 18, 19, 20, 21 Nudos cortos para uniones de cuerdas.....	49
Figura 22, Figura 23 Nudos largos para uniones de cuerdas.	49
Figuras 24, 25, 26, 27, 28, 29 Nudos y ligaduras con cuerdas enteras.	50
Figura 30, Figura 31 Cortes de los rollizos.....	56
Figura 32 Andamio alzado.	59
Figura 33, Figura 34, Figura 35 Piezas que constituyen un andamio.	60
Figura 36, Figura 37 Ensambladuras con cola de milano y dientes.....	73
Figura 38, Figura 39 Ensambladuras de caja y espiga.	74
Figura 40, Figura 41 Ensambladuras en rayo de Júpiter y en Z.	74
Figura 42 Andamio de borriquetas.....	76
Figura 43 Andamio de borriquetas.....	77
Figura 44 Andamio de almas.	78
Figura 45 Planta del andamio de almas de la figura 44.	79
Figura 46 Andamio de puente volado, con contrapeso.....	80
Figura 47 Otro tipo de andamio de puente volado.....	81
Figura 48 Andamio de puente volado con anclaje.	81
Figura 49 Andamios de parales	82
Figura 50 Detalle del andamio de parales de la figura 49.....	83
Figura 51 Andamio de palomillas.....	84
Figura 52 Andamio de mechinales.....	85
Figura 53 Andamio colgado.	86
Figura 54, Figura 55, Figura 56 Andamio ensamblado en sus tres vistas, del tipo fijo o de pie.....	88
Figura 57 Andamio ensamblado, fijo volado.	89

Figura 58 Andamio sobre tornapuntas. Este modelo no deja mucho espacio libre sobre la acera, ya que el tornapuntas ocupa bastante espacio.	91
Figura 59 Andamio sobre tornapuntas que difiere del modelo de la figura anterior en la forma de colocación del tornapuntas, a fin de que quede sobre la acera todo el espacio libre.	92
Figura 60 Andamio de báscula.	94
Figura 61 Andamio de báscula.	94
Figura 62 Andamio volante.	95
Figura 63, Figura 64, Figura 65, Figura 66, Figura 67, Figura 68 Diferentes sistemas de uniones para andamios metálicos.	98
Figura 69, Figura 70, Figura 71, Figura 72, Figura 73, Figura 74 Diferentes sistemas de uniones para andamios metálicos.	99
Figura 75 Diferentes sistemas de uniones para andamios metálicos.	99
Figura 76 Andamio tubular de fachada (alzado).	105
Figura 77 Andamio tubular de fachada con valla protectora para evitar caída de materiales a la acera (perfil).....	106
Figura 78 Andamio tubular tipo torre.....	108
Figura 79 Andamio sobre cúpula.	113
Figura 80 Andamio suspendido.	114
Figura 81 Andamio colgado	115
Figura 82 Castillete para obra.....	117
Figura 83 Cimbra de madera para puente.....	119
Figura 84 Cimbra tubular para puente.	119
Figura 85 Ensayos de laboratorio para los elementos del soporte.	134
Figura 86 Muestran el modo de falla:.....	135
Figura 87 Carga máxima normal:.....	136
Figura 88 Carga máxima vertical:	137
Figura 89 máximo momento flector:.....	137
Figura 90 Ensamble del sistema.....	139
Figura 91 PLACA BASE.....	141
Figura 92 PUNTAL UNI.....	142
Figura 93 CONECTOR:	142
Figura 94 GATA DOBLE CABEZA.....	143
Figura 95 GATA UNI CABEZA “J”:	144
Figura 96 GATA UNI CABEZA “U”.....	144
Figura 97 COPLA GIRATORIA:.....	145
Figura 98 PLACA Y BANDA	145
Figura 99 Esquema índice de productividad.	164
Figura 100 CONTROL- OBRA. Estándar de mano de obra.....	204

LISTADO DE FOTOS

Foto 1 Armado sistema de soporte multidireccional.	121
Foto 2 Sistema de soporte multidireccional.	122
Foto 3 Elementos del sistema de soporte multidireccional.	123
Foto 4, Foto 5 Tornillos niveladores inferiores.	124
Foto 6 Collarín sobre tornillos niveladores inferiores.	125
Foto 7 Instalación de horizontales multidireccionales.	125
Foto 8 Ensamble de la cuña en la roseta.	126
Foto 9 Nivelación de horizontal multidireccional.	127
Foto 10 Golpe en la cuña.	127
Foto 11, Foto 12 Instalación vertical multidireccional.	128
Foto 13 Instalación horizontal multidireccional.	129
Foto 14 Colocación de las diagonales multidireccionales.	130
Foto 15 Sistema de soporte multidireccional ensamblado.	130
Foto 16, Foto 17 Elementos verticales del sistema de soporte multidireccional. .	132
Fotos 18, 19 Elementos horizontales del sistema de soporte multidireccional. ...	133
Foto 20, Foto 21 Ensamble del sistema.	146

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Coeficientes de Rondelet	42
Tabla 2 Maderas: Coeficientes de trabajo a la compresion	43
Tabla 3 Maderas: Coeficientes de trabajo a la tracción (Ct)	44
Tabla 4 CUERDAS DE CAÑAMO: Resistencia a la rotura.	46
Tabla 5 CUERDAS DE CAÑAMO: Carga de seguridad para cuerdas nuevas y usadas.	47
Tabla 6 CORREAS Y CUERDAS: Coeficiente de trabajo a la tracción (Ct).....	51
Tabla 7 SOPORTES METÁLICOS: Coeficientes de trabajo a la compresión (Cc)	52
Tabla 8 Especificaciones del material del sistema de soporte multidireccional. ..	131
Tabla 9 Escalas de valoración.	172
Tabla 10 Suplementos por descanso y necesidades personales.	174
Tabla 11 Tamaño de la muestra en estudio de tiempos por cronómetro	177
Tabla 12 Actividades para seguimiento en campo.....	194
Tabla 13 Análisis promedio de rendimientos para actividades en obra.	195
Tabla 14 Actividades para seguimiento y control de costos.....	201
Tabla 15 Unificación de unidades de rendimiento.	202
Tabla 16 A.P.U. Componente de mano de obra.	203

LISTA DE ANEXOS

<i>ANEXO 1 MODULACIÓN DE ANDAMIOS PARA VIGAS TIPO 1.</i>	210
<i>ANEXO 2 MODULACIÓN DE ANDAMIOS PARA VIGAS TIPO 2.</i>	211
<i>ANEXO 3 MODULACIÓN DE ANDAMIOS PARA VIGAS TIPO 3.</i>	213
<i>ANEXO 4 MODULACIÓN DE ANDAMIOS PARA VIGAS TIPO 4.</i>	214
<i>ANEXO 5 MODULACIÓN DE ANDAMIOS PARA VIGAS TIPO 5.</i>	215
<i>ANEXO 6 CONFIGURACIÓN DE ARMADO DE VERTICALES.</i>	216
<i>ANEXO 7 CONFIGURACIÓN ARMADO ANDAMIO DE CARGA.</i>	217
<i>ANEXO 8 ANDAMIO DE CARGA ARMADO.</i>	218
<i>ANEXO 9 DETALLE SUPERIOR ANDAMIO DE CARGA.</i>	219
<i>ANEXO 10 PLANTA GENERAL ANDAMIOS PARA VIGAS DESCOLGADAS.</i>	220
<i>ANEXO 11 FORMATO DE HOJA DE VIDA DE ANDAMIOS.</i>	221
<i>ANEXO 12 FORMATO CONTROL PREVENTIVO DE EQUIPO AUXILIAR.</i>	222
<i>ANEXO 13 FORMATO CONTROL CORRECTIVO DE EQUIPO AUXILIAR.</i>	223
<i>ANEXO 14 CHECK_LIST_ANDAMIOS</i>	224
<i>ANEXO 15 RENDIMIENTOS MONTAJE DE ANDAMIOS DE CARGA.</i>	226
<i>ANEXO 16 RENDIMIENTOS EN MONTAJE DE PERFILES Y TABLEROS DE FONDO PARA VIGAS PRINCIPALES.</i>	227
<i>ANEXO 17 RENDIMIENTOS EN MONTAJE DE PERFILES Y TABLEROS DE FONDO PARA VIGAS SECUNDARIAS.</i>	228
<i>ANEXO 18 RENDIMIENTO EN ARMADO DE REFUERZO DE VIGAS PRINCIPALES.</i>	229
<i>ANEXO 19 RENDIMIENTO EN ARMADO DE REFUERZO DE VIGAS SECUNDARIAS.</i>	231

RESUMEN

TÍTULO:

“MANUAL DE ANALISIS COMPARATIVO PARA LA IMPLEMENTACION Y MONTAJE DE SISTEMAS DE SOPORTE MULTIDIRECCIONAL Y ANDAMIOS DE CARGA.”**

AUTOR:

CALPA GÓMEZ, Andrés Leonardo**

PALABRAS CLAVES:

Andamio, Acople, Baranda, Capacidad de carga, Coeficiente de seguridad, Escalera de acceso, Plataforma, Travesaño, Refuerzo, Riostra, Viga de soporte, Zócalo.

CONTENIDO:

El presente manual está enfocado a los elementos de construcción auxiliares, como lo son los Andamios, los cuales son imprescindibles en la construcción de edificaciones y otras obras de importancia.

En la primera parte dedicada a los Andamios, se describen primero los elementos auxiliares de los andamios de madera, sus condiciones de resistencia y su cálculo; su estabilidad y rigidez; las diversas maderas utilizadas en los andamios y sus escuadrías; las condiciones de seguridad; las ensambladuras, etc. Finalizando el capítulo con el estudio de las diversas clases de andamios ordinarios y andamios ensamblados.

El segundo capítulo está dedicado a los andamios metálicos dándose mayor importancia a los sistemas tubulares, y para finalizar realizamos un vistazo a modalidades especiales de andamios, como los montados sobre cúpulas, los suspendidos, los castilletes y las cimbras.

El tercer capítulo muestra las fichas técnicas de los andamios usados en el proyecto, suministradas por los fabricantes: **IMPAC** y **UNISPAN**, así como la implementación y montaje en obra de los sistemas en mención.

El cuarto capítulo contiene un aparte referente a la legislación que existe respecto a este medio auxiliar de construcción en nuestro país, enumerándose algunas de las normas del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), la reglamentación del trabajo seguro en alturas en las industrias de la construcción y obras públicas sobre andamios.

El quinto capítulo hace referencia a un marco teórico sobre el análisis y mejoramiento de los procesos en la construcción y termina con un informe referente al “análisis de rendimientos y afectación en los costos de la mano de obra”.

El manual es eminentemente práctico y su fin no es otro que servir de soporte técnico a los constructores y estudiantes para resolver las dudas que pudieran tener en el correcto empleo de este medio auxiliar de construcción.

*Proyecto de grado

**Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas - Escuela de Ingeniería Civil – Director Ingeniero Álvaro Rey Soto- Codirector Ingeniero Carlos Angulo.

ABSTRACT

TITLE:

"MANUAL OF COMPARATIVE ANALYSIS FOR THE IMPLEMENTATION AND INSTALLATION OF MULTI-SUPPORT SYSTEMS AND PLATFORMS OF CHARGE." *

AUTHOR:

Calpa GOMEZ, Andres Leonardo **

KEYWORDS:

Scaffold, Coupling, Hand Rails, load, safety factor, Ladder, Platform, Transom, Reinforcement, Brace, Support Beam, Zócalo.

CONTENT:

This manual is aimed at supporting structural elements, such as scaffolds, which are essential in the construction of buildings and other works of importance.

In the first part devoted to the scaffolds, first describes the supporting elements of the wooden scaffolding, the conditions of resistance and its calculation, its stability and stiffness, the different woods used in the scaffolds and their dimensions, and the conditions of security; junctions, etc.

Ending the chapter with the study of different kinds of scaffolds regular and assemblies.

The second chapter is devoted to metal scaffolds giving more importance to tubular systems, and finally carry out special forms of scaffolding, as mounted domes, suspended, derricks and the ribs.

The third chapter shows the technical specifications of the scaffolding used in the project, supplied by the manufacturers: **IMPAC** and **UNISPAN** as well as the implementation and on-site assembly of the systems in question.

The fourth chapter a section on legislation that exists on this auxiliary means of construction in our country, listing some of the rules of the Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), regulation of safe work at heights in industries construction and public works on scaffolds.

The fifth chapter refers to a theoretical framework for analyzing and improving processes in construction and ends with a report concerning the "analysis of performance and involvement in the cost of labor."

The manual is very practical and its purpose is simply to provide technical support to builders and students to resolve any doubts they may have in the correct use of the medium auxiliary construction.

* Graduate thesis

** Faculty of Mechanical Engineering Physics - School of Civil Engineering - Chief Engineer Alvaro Rey Soto-Tutor Engineer Carlos Angulo

INTRODUCCIÓN

Una manual sobre la construcción no está completo, si no se dedica en la misma atención debida a los equipos de construcción auxiliares, como lo son los Andamios, los cuales son imprescindibles en la construcción de edificaciones y otras obras de importancia.

La construcción de estos equipos se viene realizando desde tiempo atrás y con el paso de los años se ha ido perfeccionando hasta alcanzar altos estándares de resistencia, estabilidad y seguridad, usando materiales que se encuentran fácilmente en nuestro medio.

También se encuentran en nuestro medio, empresas especializadas en la fabricación e instalación de estos equipos, de vital importancia para la ejecución de cualquier tipo de obra civil.

En su montaje, utilización y desmontaje se pueden presentar riesgos de diversa índole, como el de caída de altura, el de derrumbe del propio andamio, entre otros. Por ende, para prevenir los riesgos relacionados con estos equipos es preciso que los andamios cumplan una serie de instructivos y normas constructivas relacionadas con ellos.

Por tal motivo se elaboró este manual que es, como puede observarse eminentemente práctico y su fin no es otro que servir de soporte técnico a los constructores para resolver las dudas que pudieran tener en el correcto empleo de este medio auxiliar de construcción.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un **“MANUAL DE ANALISIS COMPARATIVO PARA LA IMPLEMENTACION Y MONTAJE DE SISTEMAS DE SOPORTE MULTIDIRECCIONAL Y ANDAMIOS DE CARGA”**, con el fin que las partes el CONSORCIO E.M. y los estudiantes de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, puedan contar con un soporte técnico que permita realizar un análisis comparativo para la implementación de un determinado sistema de soporte multidireccional o de andamios de carga para la ejecución de un proyecto en particular.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Se investigó el estado del arte de los sistemas de soporte multidireccional y andamios de carga en los diferentes tipos de aplicación que se encuentran disponibles para la industria de la construcción.
- Se elaboró una herramienta educativa que actualice al estudiante y le enseñe como realizar un análisis detallado sobre los distintos sistemas de soporte y andamios de carga que se usan en obras civiles.

- Proporcionarle al estudiante una visión más amplia de los Sistemas de soporte multidireccional y andamios de carga, así como los cuidados y las recomendaciones a seguir para realizar la implementación y montaje de los mismos.
- Identificar posibles factores y procedimientos que se pueden mejorar con relación a las labores de Asistencia de Seguimiento y Control desarrolladas en el Proyecto de construcción de la Estación de Cabecera Los patios del Sistema Integrado de Transporte Masivo METROLINEA.
- Cumplir a cabalidad con todas las labores propias del Asistente de Seguimiento y Control en Obra, durante el tiempo de ejecución de la práctica.

ANTECEDENTES

- **Monografías sobre Construcción y Arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.** Ledo, José M. España. CEAC, 1970.
- **Montaje y utilización de los andamios perimetrales fijos (Sistema modular).** José M^a. Tamborero del Pino. *Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Barcelona- España INSHT. 2004.*
- Tesis de grado: **“Clasificación, utilización e importancia del encofrado como elemento provisional en el área de la Construcción”.** Ruth Elena Ayala Carabajo, Cynthia Vanessa Chimbo Cusme, Diego Yaguana Chamba. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Guayaquil-Ecuador. 2010

1. ANDAMIOS Y SU CONSTRUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

EL ANDAMIO COMO MEDIO AUXILIAR DE LA CONSTRUCCIÓN¹

Para usar o llegar a algo que está fuera de nuestro alcance, rápidamente se piensa en un medio del cual nos podamos servir para alcanzar dicho objeto. En muchos casos ese medio es un taburete, en algunos casos una escalera, etc., pero hay ocasiones en que no nos es suficiente alcanzar un objeto, sino que además necesitamos tener la facilidad para movernos, usándolo cómodamente en la altura que se encuentra situado; en este último caso, ni la silla o taburete, ni la escalera que nos facilita su alcance, son suficientes, entonces necesitamos “algo” que nos permita trabajar sobre ello con movimientos más o menos cómodos, que tenga cierta amplitud y que sea resistente para sostener nuestro peso y el de los materiales con que vamos a trabajar. Ese “algo” es el **andamio**.

El diccionario define el andamio como “el armazón de tablas, vigas, etc., que sirve para trabajar en la construcción de edificios, pintura de paredes, techos, etc.”, pero se puede hacer más a nuestro modo esta definición añadiendo que “andamios es el medio por el cual el trabajador tiene acceso a las partes altas de una construcción, y sobre el cual puede depositar materiales y situarse en él para realizar el trabajo encomendado”.

Por lo expuesto en los párrafos precedentes se puede deducir fácilmente que el andamio es un medio auxiliar del obrero, imprescindible para trabajar, tan necesario como cualquier otro utensilio de su oficio o quizá más aún.

¹ Basado en el libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Un andamios juega además un papel importantísimo en los accidentes de una obra, ya que es en él donde mayor porcentaje se presenta, debe, por lo tanto, reunir ciertas condiciones fundamentales de seguridad, rigidez y resistencia para los obreros que han de trabajar en él, y de protección para el público ajeno a la obra cuando el caso lo requiera.

La construcción de todo andamio debe ser objeto de un concienzudo estudio para ver la forma de economizar, haciéndolo lo más simple que sea posible, sin mengua alguna de las cualidades apuntadas en el párrafo anterior. Este estudio que se presenta fácil al que lo quiera ver, tiene sus dificultades y requiere un conocimiento previo de la forma de actuar de las fuerzas que un andamio tiene que contrarrestar mediante una u otra disposición de sus elementos clásicos.

Es aquí la grave responsabilidad del director de obra o de sus ayudantes delegados, ya que no es la economía la que se pone en peligro al dejar la construcción de un andamio en manos inexpertas, lo que se pone en peligro es la vida de los obreros que han de trabajar en él y la del peatón, si éste se sitúa sobre la acera; la prensa diaria nos anuncia muchísimos accidentes de andamios, acciones que no tienen razón de ocurrir si se guardara con celo la técnica constructiva de los andamios.

Un andamio está compuesto de muchas piezas, todas ellas son absolutamente necesarias para su construcción perfecta, el omitir alguna con la creencia de que su resistencia no menguara o que no ha de hacer falta para este o aquel caso, sería un problema que habría de pensar en resolver y, en caso de duda, lo mejor será situarlo donde la práctica de cada día nos manda, pero nunca dejar el andamio preparado para trabajar sobre él sin tener confianza absoluta de haber hecho las cosas con seguridad, este es un campo en donde la investigación se paga muy cara.

En el párrafo anterior mencionamos que un andamio se compone de muchas piezas absolutamente necesarias para llevar a cabo la construcción de él mismo,

con la perfección que exige toda construcción, pues bien, no podemos conocer la construcción de un andamio mientras tanto no se conozca perfectamente las piezas que componen el mismo. El estudio de las piezas que constituyen un andamio y los elementos auxiliares del mismo, va a ocupar los próximos temas del presente capítulo; más que un estudio propiamente dicho, se realizará una visión general de los elementos auxiliares y de las piezas del andamio para posteriormente ver esa amalgama armónica de piezas y elementos auxiliares, y así trabajar en el conjunto del andamio ya construido.

En el próximo tema se van a tratar algunos de los elementos auxiliares del andamio, tales como poleas, gatos, aparejos, cabrestantes, tornos, cabrias, o montacargas, pescantes y grúas; mientras en el tema siguiente se tratará de aplicar nuestra atención a las condiciones de resistencia que ha de reunir todo andamio.

ELEMENTOS AUXILIARES DE LOS ANDAMIOS²

Ya se ha hablado de los elementos auxiliares de los andamios, y ya se sabe que la misión de estos elementos es facilitar al obrero, que se halla trabajando sobre el andamio el contacto con los materiales y sus ayudantes, bien sea ayudándole a subir los primeros al andamio, o bien facilitando a sus ayudantes a abastecer las partes de la obra de todo lo necesario.

Aunque a primera vista pueden parecer temas impropios de este manual, debemos advertir que están íntimamente relacionados con el andamio, como

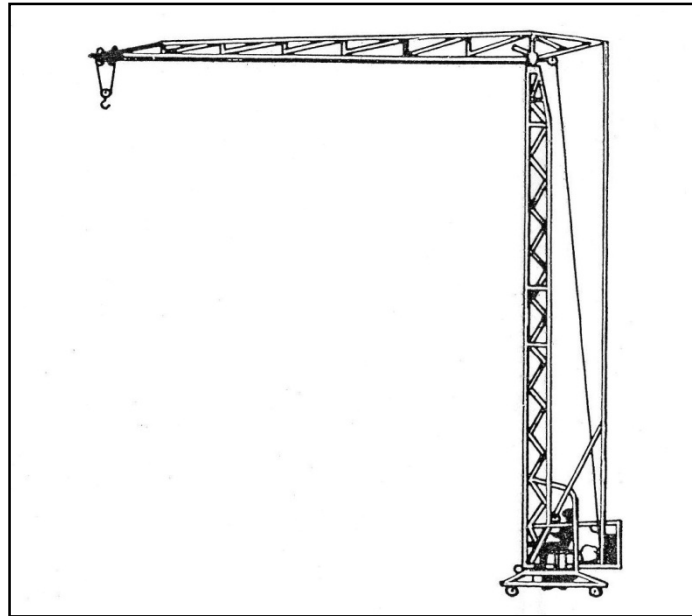
² Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

medio auxiliar de la obra, en cuanto que estos instrumentos han de servir para la elevación o arrastre de materiales y su puesta en obra; por lo dicho, se ratifica que no es un tema impropio de aquí, como pudiera parecer, y que si bien se reconoce que este es un tema más propio del movimiento de tierras y del transporte de materiales, que del andamio, no por ello podemos se debe dejar de hablar de estos elementos sin cuyo conocimiento quedaría incompleto este manual.

GRUAS

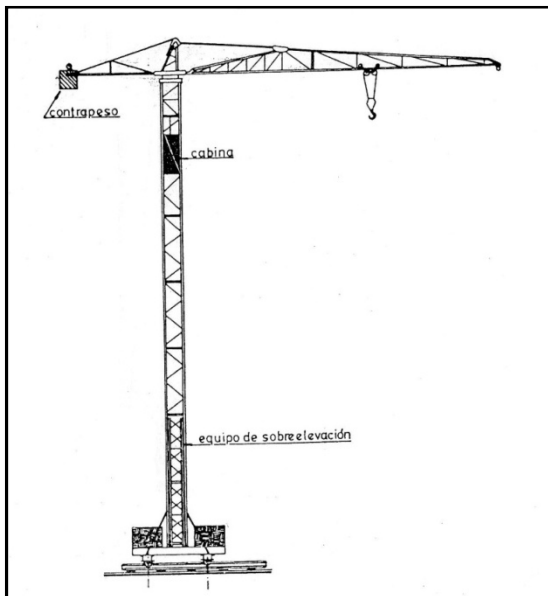
Son aparatos que se destinan al elevamiento de un peso y su transporte a un lugar determinado de la obra, dentro del círculo que describiré, con una armadura transversal que se llama pluma, son diversos los tipos de plumas empleados en la construcción, en las **figuras 1 y 2** se observan dos tipos distintos de estos aparatos; en la primera la cabina de mando se encuentra en la parte inferior, también se encuentra en la parte inferior el contrapeso o lastre, que evita que el peso propio de la pluma la lleve hacia adelante, parte hacia donde carga la pluma. En el modelo de la **figura 2**, la cabina de mando se encuentra en la parte superior, y el contrapeso de la pluma también así mismo; en este caso la pluma gira sobre la armadura vertical, y su armadura transversal reparte la carga sobre la vertical. Las dos grúas descritas en rasgos generales y cuya constitución se puede apreciar en las **figuras 1 y 2** son accionados por contactores o telemando “mando a distancia” y su carro se desplaza sobre raíles, también pueden desplazarse sobre neumáticos; tienen movimientos de traslación, de orientación y de elevación. El motor puede ser eléctrico o a gasolina, y la capacidad de carga o elevación oscila entre 300- 2000 kg; existen tipos capaces de levantar 5000 kg. Es un aparato de mucha utilidad en grandes y medianas obras.

Figura 1 Grúa con cabina de mandos en la parte inferior.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

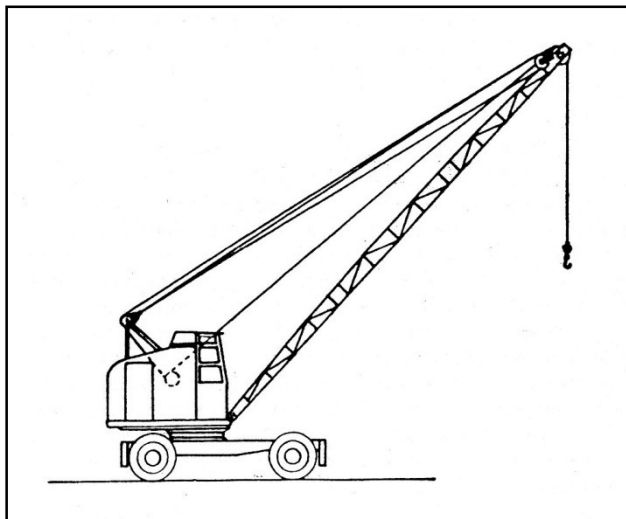
Figura 2 Grúa con cabina de mandos en la parte superior.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Otro tipo de grúa es el que se observa en la **figura 3**, que va montada sobre neumáticos y su funcionamiento es semejante al descrito de las grúas anteriores. Su empleo en construcciones de edificios es más reducido que los anteriores.

Figura 3 Grúa locomotriz giratoria.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

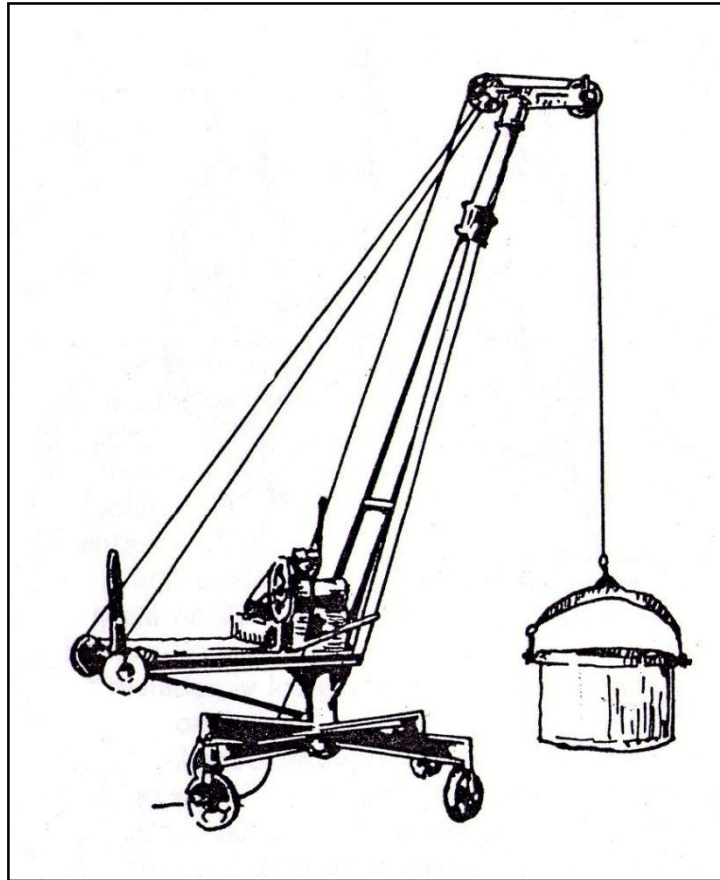
José M. Ledo. 1970.

MONTACARGAS

También se les da el nombre de **cabrias** o **aparatos elevadores para obras**; son muy empleados en construcción, y como su nombre lo indica, sirven para elevar las cargas y colocarlas sobre el lugar de la obra en donde se desea situarlas. Su forma es la de una grúa en pequeña escala y también se suministran en diferentes tipos como las grúas; la potencia cambia también, de un tipo a otro y el mismo tipo puede ser de diferentes potencias; la pluma es giratoria y el motor puede ser diesel, a gasolina o eléctrico.

En la **figura 4** se puede apreciar un montacargas capaz de elevar 5000 kg de peso, y montado sobre ruedas, aunque estas se pueden suprimir y ajustar los pies del aparato al suelo o piso de la obra.

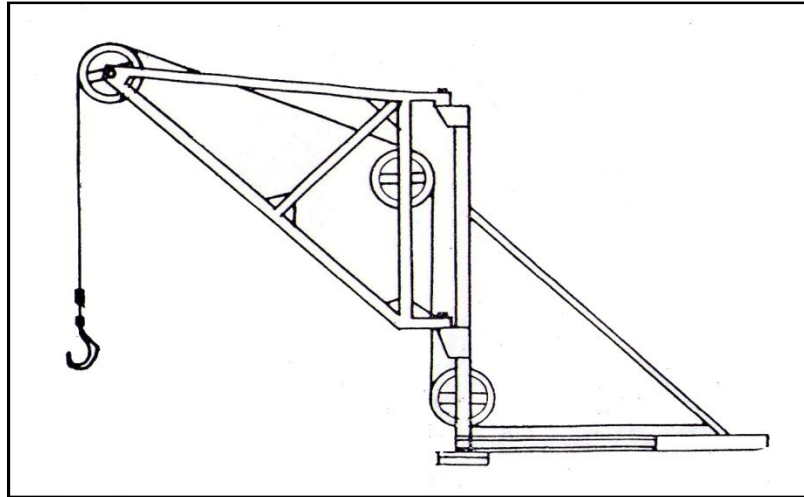
Figura 4 Montacargas para obra.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

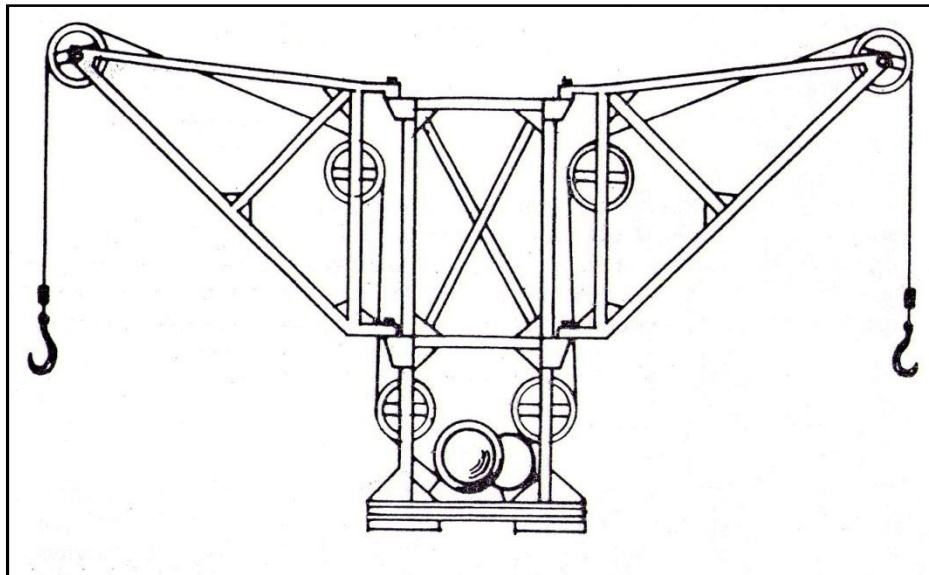
Otros tipos de montacargas los podemos apreciar en las **figuras 5 y 6**, en esta última son dos los brazos elevadores y en consecuencia el rendimiento del aparato es mucho mayor.

Figura 5 Esquema de pluma o montacargas.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Figura 6 Montacargas de doble brazo

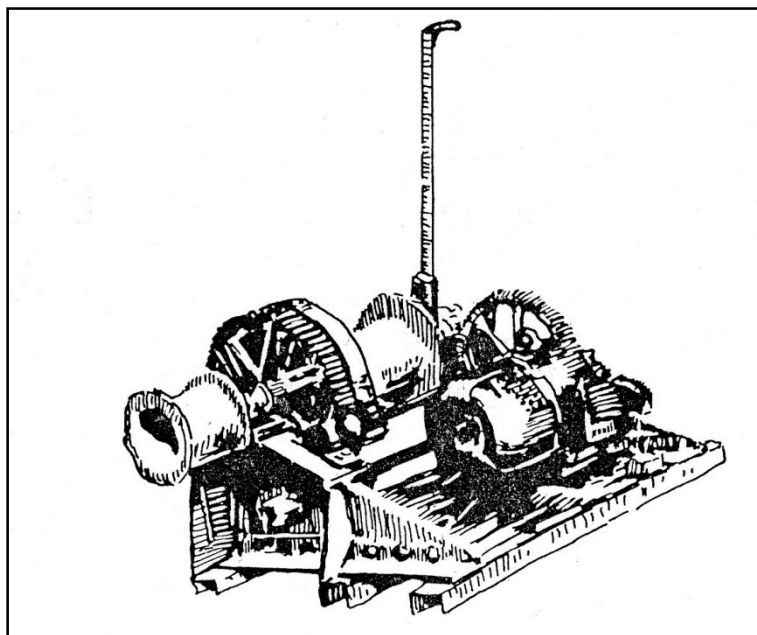


Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

CABRESTANTES

Muy usados en tracción y apenas en elevación, a no ser combinados en pozos de minas u otra clase análoga. Se pueden apreciar perfectamente en un modelo en la **figura 7**. Como se desprende de la figura es un aparato especialmente preparado para la tracción, sin embargo, aplicándole una polea se puede convertir en un elemento útil para la elevación.

Figura 7 Cabrestante.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

TORNOS

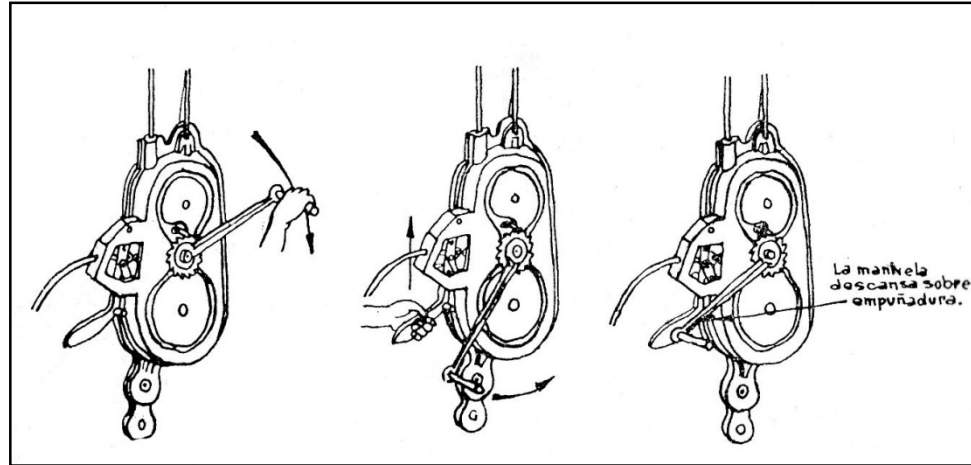
El torno elemental es el formado por un cilindro colocado horizontalmente al suelo; este cilindro va atravesado por unos ejes de hierro que descansan sobre unas horquillas sobre las cuales giran. Puede ser movido a mano o mecánicamente y es muy empleado para la extracción de productos en la excavación de pozos.

El **torno de andamios** es más complicado que el descrito anteriormente, no por ello se puede decir que sea difícil de manejar, ya que el manejo del torno de andamio es sumamente sencillo. En las **figuras 8, 9 y 10** se pueden apreciar tres fases del trabajo en esta clase de tornos.

Para su montaje, en el modelo presentado se pasa el cable por la polea de retorno y se engancha en la anilla, luego se tira la polea de retorno mientras se acciona la manivela para subir o bajar el andamio; para subir el andamio se hace girar la manivela hacia la derecha (**figura 8**), y para hacerlo descender se aprieta la palanca hacia arriba y con fuerza, manteniéndola en esta posición mientras el andamio baja a la altura deseada (**figura 9**). Una vez colocado el andamio a la altura necesaria se frena el torno, es decir: se apoya la manivela sobre el gatillo de la palanca y el gatillo se constituye el freno, impidiendo a la manivela el giro hacia la izquierda (**figura 10**).

Este sencillo aparato es imprescindible en los andamios, tanto por su facilidad para el manejo como por la utilidad que reporta al trabajador, al poder elevar o bajar el andamio desde el mismo hasta la posición deseada. En muchas ocasiones este torno se pretende reemplazar mediante poleas, con la consiguiente pérdida de tiempo, tiempo que convertido en dinero no compensa el ahorro del torno.

Figura 8, Figura 9, Figura 10 Torno de andamios: operaciones.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

TORNO CABRESTANTE

Al hablar de los cabrestantes se mencionaba la posibilidad de convertirlos mediante una pequeña reforma adicional en aparatos elevadores, el torno-cabrestante no es más que una combinación de estos dos aparatos ya estudiados, dado que esta unión enriquece sus cualidades extraordinariamente. El torno-cabrestante puede ser accionado a mano, gasolina, diesel o eléctrico.

GATOS

Son diversos los tipos existentes; según el uso a que han de ser destinados se toman unos u otros. Los gatos para elevación de pequeña potencia (hasta 15 toneladas), son más usados en mecánica que en construcción, pueden ser de

cremallera y piñón. Los gatos de potencia superior a las 15 toneladas son usados en apeos, corridos de puentes, etc.

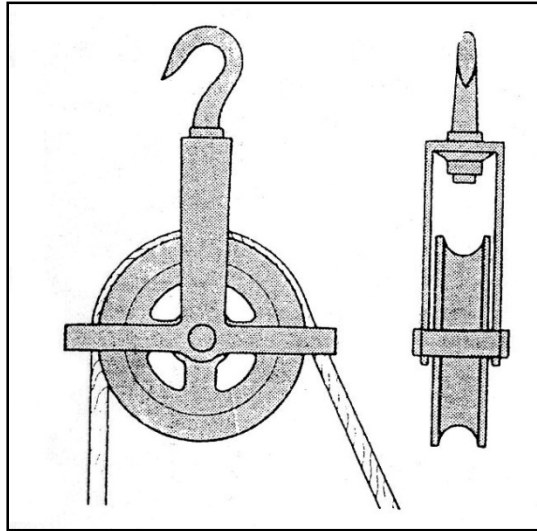
Los clásicos entre estos son los de husillo, para potencias hasta 20 toneladas, los gatos hidráulicos de acción continua, con una potencia de 20 a 300 toneladas; gatos de husillos continuos, accionados por tornillo y rueda sinfín, con una potencia desarrollada hasta de unas 20 toneladas, y los gatos de cuñas que desarrollan una potencia de hasta unas 50 toneladas.

Estos medios de elevación no son muy usados en construcción, sin embargo conviene conocer cuando se puede o se debe recurrir a su empleo, y por lo tanto tenemos la necesidad de saber las potencias que aproximadamente se pueden lograr con cada tipo de ellos.

POLEAS

Es un instrumento de absoluta necesidad para la construcción como medio de elevación, también se le da el nombre de garrucha. No creo que sea tan necesario explicar su funcionamiento por ser normalmente conocido, no obstante en la **figura 11** se pueden apreciar con detalle una de estas poleas. Se hace pasar por la cuerda de su garganta, luego se tira por uno de sus extremos y por el otro asciende el recipiente que contiene los materiales.

Figura 11 Polea o garrucha

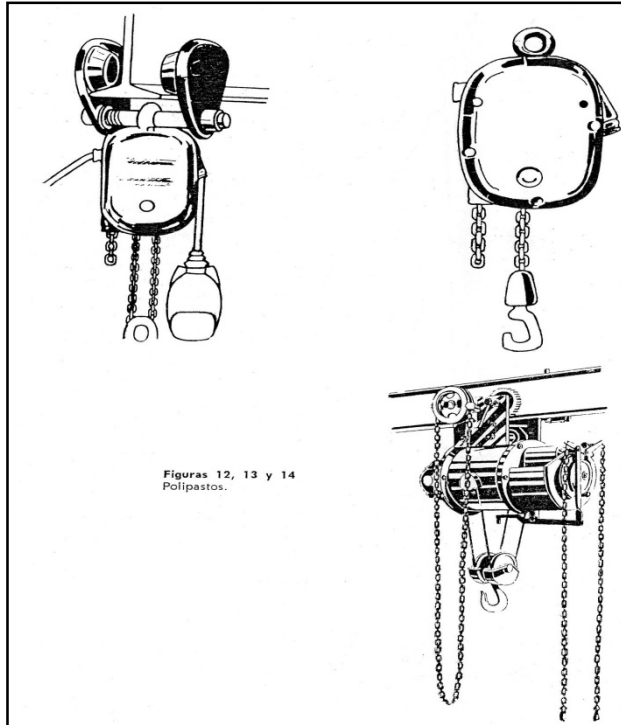


Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

POLEAS DIFERENCIALES Y POLIPASTOS

Tipos de estas poleas se pueden ver en las **figuras 12, 13 y 14**, por ser sumamente conocidos al igual que la anterior, no creemos que sea necesaria ninguna explicación.

Figura 12, Figura 13, Figura 14 Polipastos.



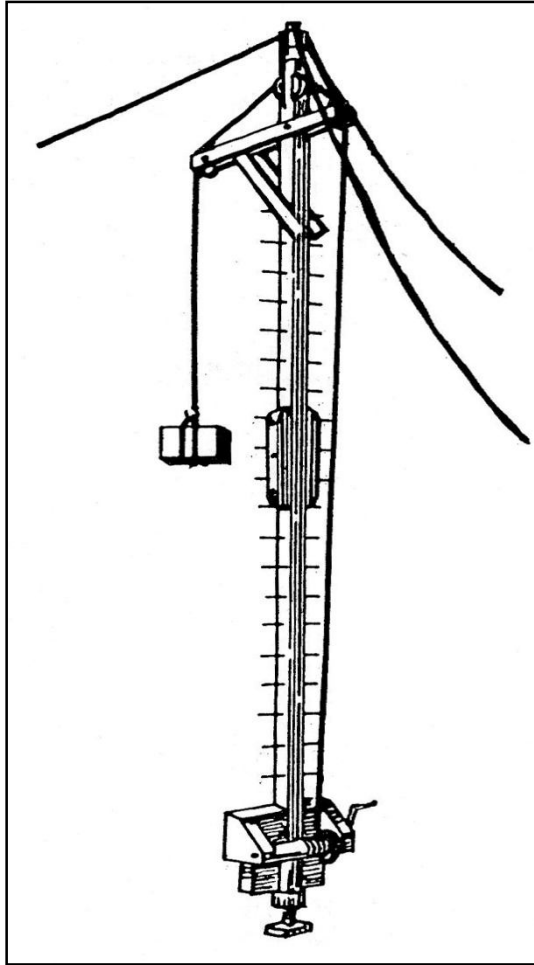
Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

PESCANTES

Se llama pescante a una pieza saliente, sujeta a la pared o a un poste, y que sirve para sostener o colgar algo. En construcción se suelen emplear para colocar en ella una polea que nos facilite la elevación de materiales, haciendo de grúa o montacargas fijo. Esta pieza suele ser de madera, aunque en algunos casos suele ser de hierro. En la **figura 15** se puede apreciar este aparato elevador, y que en esencia está compuesto de un poste, el pescante propiamente dicho que lleva dos poleas, y un torno de mano en la parte inferior.

Figura 15 Pescante.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

APAREJOS

Es un sistema de poleas, con la particularidad de que uno de sus grupos de poleas es fijo, trabajando conjuntamente con otro que es móvil.

CABLES

Se denomina así al elemento formado por varios alambres finos enrollados en forma de gran resistencia a la tracción. Su uso en obras es muy extenso e imprescindible.

CUERDAS

Son compuestos de hilos arrollados en forma helicoidal, algunas veces lleva mezclados con hilos una pequeña porción de alambre. La cuerda es un cuerpo flexible y apto para sostener cargas, aunque no con la resistencia del cable.

CADENAS

Están formadas por un conjunto de eslabones enlazados entre sí. Es un elemento muy resistente, aunque carece de flexibilidad y adaptación a superficies que presentan las cuerdas y cables descritos anteriormente.

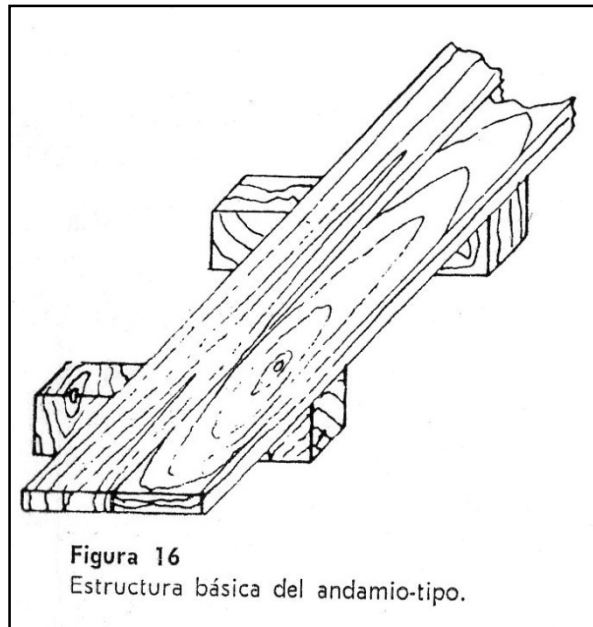
1.2 ANDAMIOS DE MADERA

CONDICIONES DE RESISTENCIA DE LOS ANDAMIOS³

Un andamio, desde el más sencillo al más complicado, tiene como misión conseguir colocar sobre él, y a una altura determinada de antemano o impuesta por las condiciones de la obra, al obrero y sus materiales; facilitándole al mismo tiempo los movimientos para trabajar sin peligro inmediato. Podemos, entonces, considerar el andamio tipo básico el representado en la **figura 16**, ya que todo lo demás es un armazón o sostén de esta construcción principal del andamio y que es esencialmente el propio andamio. El sostén de un andamio o armadura, será más o menos grande y dificultoso, en proporción con la altura y forma del andamio, pero siempre, repetimos, una construcción necesaria para conseguir en su parte superior la instalación del entramado que constituye el andamio. Al colocar sobre este entramado los materiales, el montacargas, los obreros y el mismo peso propio, se ejerce una fuerza sobre los apoyos que los hace sufrir un esfuerzo, esfuerzo que estos apoyos transmiten a los elementos a los cuales están conectados y así continúa esta transmisión hasta el suelo o parte donde se apoya toda la armadura del andamiaje.

³ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Figura 16 Estructura básica del andamio tipo



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Los esfuerzos mencionados, son de varios tipos, según la forma de producirse: tracción, compresión, flexión, etc. Es necesario, pues, dominar esta parte elemental del cálculo para poder llevar a cabo la construcción de un andamio.

Los esfuerzos anteriormente nombrados, a los que están sometidas las piezas que componen un andamiaje, necesitan ser contrarrestados, para ello necesitamos acudir al cálculo de resistencias y hallar las secciones necesarias de estas piezas. No vamos a desarrollar aquí un proceso metódico de cálculo, pero si queremos dar unos datos básicos en tablas con el objetivo de, que mediante unos ejemplos aclaratorios, nos permitan calcular las esquadras o dimensiones de las piezas.

Para hallar los datos de las tablas que se presentan a continuación, primeramente se sometió la pieza a una carga que se fue aumentando gradualmente hasta que se llegó a la rotura de la pieza, con esto se logró saber la carga que la

mencionada pieza era capaz de soportar por centímetro cuadrado de sección, bien sea por tracción o por compresión. Claro está, que si ahora hacemos trabajar esta pieza con una carga igual a la de su resistencia de rotura, es decir, a la hallada anteriormente, la pieza se romperá, por esto es necesario reducir dicha resistencia a la rotura en la medida conveniente a fin de garantizar la seguridad de la pieza; esta reducción de la resistencia de rotura, nos da el **coeficiente de seguridad o de trabajo**, con cuyo valor podemos trabajar la pieza con tranquilidad.

Por ejemplo, y como aclaración a lo dicho en los párrafos anteriores, podemos decir:

Si tenemos una pieza cuya resistencia a la rotura es de 1200 kilogramos por centímetro cuadrado para la tracción; significa que no podemos ejercer sobre ella un esfuerzo igual o superior a los porque se rompería.

Si nos dicen que la encina fuerte tiene una resistencia a la compresión de 42 kilogramos por centímetro cuadrado, para coeficiente de seguridad, significa que podemos cargar 42 kg/cm² sin miedo a que llegue a la rotura, y que aunque el esfuerzo sea algo superior a los 42 kg/cm², no implicaría la rotura de la misma.

En resumen: una pieza trabaja holgadamente cuando está sometida a una fuerza igual al coeficiente de seguridad, y una pieza se rompe cuando se somete a un esfuerzo igual o superior al de su resistencia de rotura.

Rara vez, por no decir nunca, se necesitan hacer cálculos rigurosos para saber las dimensiones necesarias en las piezas que han de componer el armazón del andamio; nos referimos a los cálculos en los que interviene la alta matemática. Para las piezas que constituyen el armazón del andamiaje se dan unas reglas basadas en la práctica diaria y con estas reglas es suficiente para la generalidad de los casos; esto no ocurre con los llamados “postes de sostén”, ya que estos elementos reciben cargas considerables, pues es su misión resistir el peso total del andamio, o del edificio en el caso de los apeos, o en las entibaciones; aquí se

hace imprescindible el cálculo, y por eso precisamente la razón de este capítulo en el que vamos a dar unas reglas y tablas de sencillo manejo que no dudamos serán de utilidad y suficientes para los problemas que se han de presentar.

Puede parece que antedicho es una contradicción a lo expresado en párrafos anteriores. Como aclaración, debemos hacer notar que es distinto, ya que en las páginas anteriores nos referíamos precisamente a los elementos principales de un andamio, los cuales, repetimos, no deben de ser colocados en el mismo si no tenemos plena confianza con su resistencia, confianza que se logra mediante el cálculo. Ahora bien, al referirnos a elementos secundarios, no necesitaremos calcularlos, ya que su misión es guardar la estabilidad, y (usando el argot constructivo), “amarrar” el andamio, por lo que sabemos que para esto hay que emplear un tablón en consonancia con el vano y que en la práctica ya lo aconseja, sin necesidad de cálculo.

CALCULO DE SOPORTES DE MADERA⁴

Se usa para su cálculo la tabla debida a RONDELET, tabla que trabaja en función de la relación alto/ancho (**A/D**), cuya relación se llama **grado de esbeltez**. Cuando el ancho puede dar lugar a dudas por ser tan rectangular la sección transversal, se toma siempre el lado menor. Esta tabla, como se puede deducir de su observación, nos da una disminución de su resistencia al aumentar el valor de la razón **A/D**.

⁴ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Tabla 1 Coeficientes de Rondelet

A/D	R * Cc	A/D	R * Cc	A/D	R * Cc
1	1	24	½	38	11/36
12	5/6	26	17/36	40	5/18
14	7/9	28	4/9	42	¼
16	13/18	30	5/12	44	2/9
18	2/3	32	7/18	46	7/36
20	11/18	34	13/36	48	1/6
22	5/9	36	1/3	50	11/72

Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

Donde:

R= resistencia a la compresión kg/cm².

A/D= grado de esbeltez o relación alto/ancho.

Cc= coeficiente de trabajo a la compresión.

A continuación, damos en la tabla N° 2 los coeficientes de trabajo a la compresión de las maderas más empleadas:

Tabla 2 Maderas: Coeficientes de trabajo a la compresión

MADERAS	Cc (kg/cm²)
Encina ordinaria	42
Encina fuerte	70
Pino	73
Haya	76
Teca	120

Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Ejemplo de cálculo:

¿Qué carga puede soportar un poste de teca de 5 metros de alto y sección cuadrada de 0.25 metros de lado?

Solución:

El grado de esbeltez del poste es en este caso:

$$A/D = 500/25 = 20$$

Consultando la tabla N° 1 de Rondelet, tenemos, que para un grado de esbeltez igual a 20:

$$11/18 * (Cc)$$

Y como el coeficiente de trabajo a la compresión de la madera de teca es de 120 kg/cm², según la tabla N° 2, la carga que puede soportar el poste del problema será:

$$P = 11/18 (Cc) * S;$$

Fórmula en la que:

P = Peso a soportar en kilogramos.

Cc = Coeficiente de trabajo a compresión.

S = Sección en centímetros cuadrados.

Entonces tenemos:

$$P = 11/18 * 120 * 25 * 25 = 45.833 \text{ kilogramos}$$

Luego el poste podrá soportar con seguridad 45.833 kilogramos de peso.

A continuación, damos en la tabla N° 3 los coeficientes de trabajo a la tracción de las maderas más empleadas:

Tabla 3 Maderas: Coeficientes de trabajo a la tracción (Ct)

MADERAS	Ct (kg/cm²)
Boj	140
Fresno y Haya	120
Encina	100
Olmo	80
Pino	70
Álamo blanco	65

Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

RESISTENCIA DE LAS CUERDAS⁵

La cuerda vegetal sigue siendo un elemento comúnmente utilizado en las obras, especialmente en la elevación de materiales, en la sujeción de andamios y puentes volantes, etc. Por ello consideramos interesante el estudio de su resistencia basado en normas y experiencias italianas.

Las normas vigentes en Italia, para la prevención de accidentes, ordenan que las cuerdas vegetales deban tener, con relación a la cabeza y esfuerzo máximo admisible, un coeficiente de seguridad de al menos 10. En la tabla N° 4, por lo tanto, los valores deben dividirse por 10.

Cuando los ramales de la cuerda discurren oblicuamente, deberá usarse una cuerda de diámetro tanto mayor a medida que el ángulo formado por los ramales sea mayor, según se indica en la tabla N° 4.

En la práctica no debe rebasarse el ángulo de 90°.

El valor inicial de la carga de rotura para las cuerdas nuevas va disminuyendo por efecto del desgaste en el uso y por los agentes atmosféricos. Por lo que es aconsejable considerar cargas de rotura de sólo 75% e incluso del 50% de las indicadas para cuerdas nuevas, según la intensidad del desgaste sufrido.

En la tabla N° 5 se relacionan para cuerdas de cáñamo y en función de su diámetro, las cargas de seguridad (y no las de rotura) para cada condición de desgaste.

⁵ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Tabla 4 CUERDAS DE CAÑAMO: Resistencia a la rotura.

Peso a sostener por la cuerda		Diámetro de la cuerda mm.				
a 2 ramales Kg.	a 4 ramales Kg.	ramales paralelos	30º	45º	60º	90º
100	200	10	10	10	10	12
150	300	12	12	12	12	14
200	400	12	14	14	14	14
250	500	14	14	14	16	16
300	600	16	16	16	16	18
350	700	16	16	18	18	20
400	800	18	18	18	18	20
450	900	18	18	20	20	22
500	1000	20	20	20	20	24
600	1200	22	22	22	22	26
700	1400	24	24	24	24	28
800	1600	24	26	26	26	30
900	1800	26	26	28	28	30
1000	2000	28	28	28	30	32
1200	2400	30	30	32	32	36
1300	2600	32	32	32	34	38
1400	2800	32	32	34	34	38
1500	3000	34	34	34	36	40
1600	3200	34	36	36	38	45
1700	3400	36	36	38	38	45
1800	3600	36	38	38	40	45
1900	3800	38	38	40	45	45
2000	4000	40	40	45	45	50
2500	5000	45	45	50	50	56
3000	6000	50	50	50	56	60

Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

Tabla 5 CUERDAS DE CAÑAMO: Carga de seguridad para cuerdas nuevas y usadas.

Diámetro de la cuerda mm	Cargas de seguridad en Kg.		
	Cuerdas nuevas	Con coeficiente de desgaste del 25%	Con coeficiente de desgaste del 50%
10	75	56	37
12	107	80	53
14	145	108	72
16	188	141	94
18	238	178	119
20	294	220	147
22	354	265	177
24	417	313	208
26	489	367	245
28	567	425	283
30	648	487	324
32	732	548	366
34	820	615	410
36	907	680	453
38	996	747	497
40	1088	817	544
45	1356	1015	678
50	1650	1235	825
53	1826	1370	913
56	2007	1505	1003
60	2268	1700	1134
63	2460	1843	1230
68	2806	2100	1403
71	3024	2268	1512
76	3408	2558	1704
80	3725	2790	1862
85	4089	3065	2044
90	4520	3385	2260
100	5360	4020	2680
112	6435	4825	3217
120	6998	5240	3499

Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

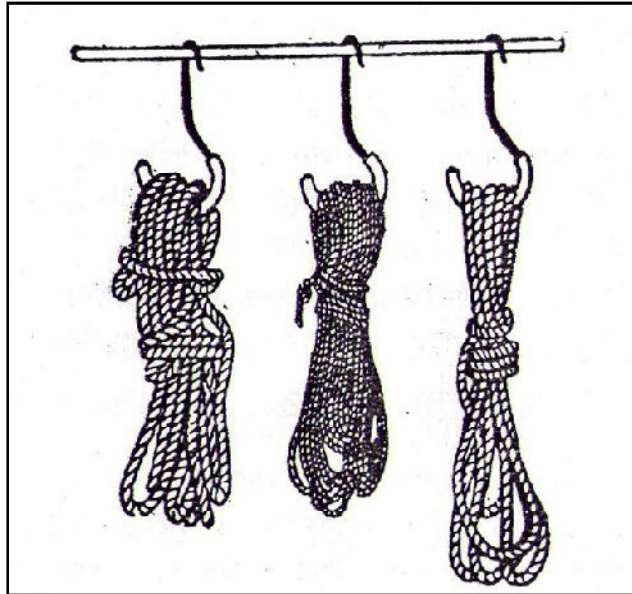
CONSERVACIÓN DE LAS CUERDAS⁶

Las cuerdas deben de ser controladas a menudo a fin de localizar hilos, rotos, rozaduras suciedad etc. Cuando la utilización es frecuente, la revisión debe extenderse incluso al interior de las cuerdas, por cuanto hilos rotos y presencia de material pulverizado en el interior denota desgaste excesivo. Una superficie exterior de cuerda excesivamente estropeada indica que ha sido sobrecargada.

⁶ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Las cuerdas no deben arrastrarse por la tierra, para que su superficie no se cubra de polvo o arena, que incluso penetre en su interior.

Figura 17 Almacenaje de cuerdas.

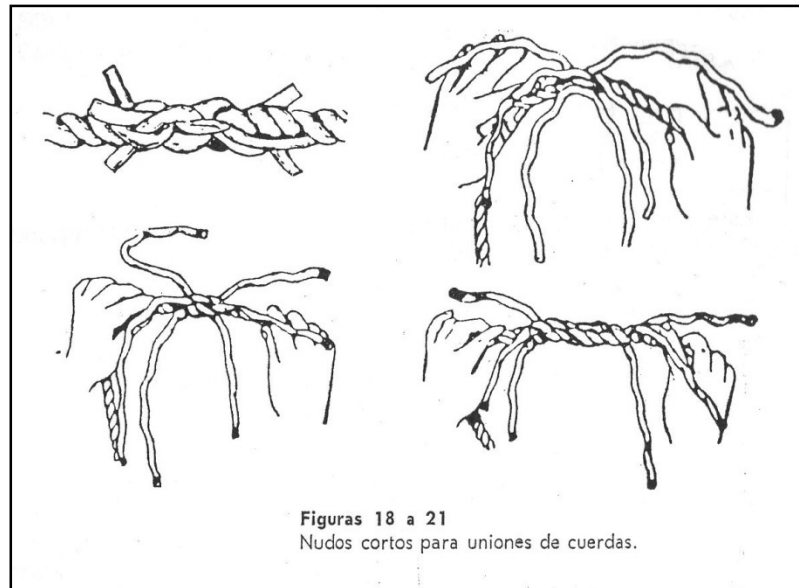


Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

En presencia de humos ácidos, vapores corrosivos, cables, etc., habrá que proteger las cuerdas con impregnaciones. Por ejemplo, pueden sumergirse en soluciones de jabón (100 gr de jabón por litro de agua) y untarse con resinas.

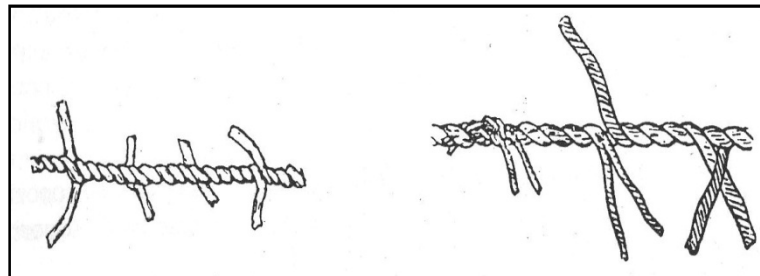
Para almacenar las cuerdas se aconseja suspenderlas según se indica la **figura 17**, en locales con temperatura entre 17°-30° y una humedad relativa entre 40 %-60%.

Figura 18, Figura 19, Figura 20, Figura 21 Nudos cortos para uniones de cuerdas.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Figura 22, Figura 23 Nudos largos para uniones de cuerdas.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

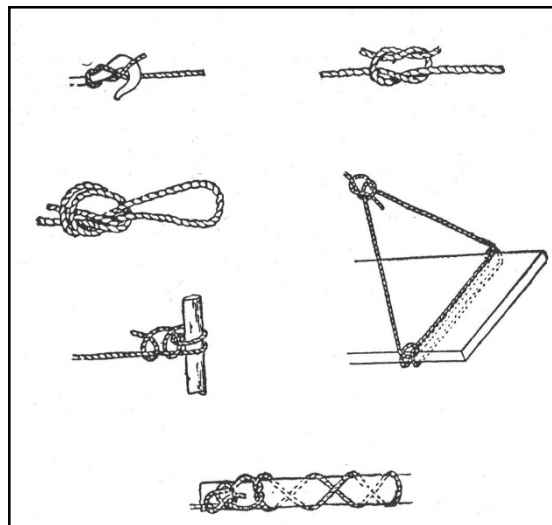
UNIÓN DE CUERDAS Y LIGADURAS⁷

Las cuerdas pueden acoplarse mediante nudos cortos o largos:

Los primeros pueden efectuarse en alzamiento de cargas, pero no en trabajos mediante poleas, casos que exigen empleo de nudos largos. Las **figuras 18 a 21** representan diversos nudos cortos efectuados con los cabos sueltos de las cuerdas. Las **figuras 22 y 23** representan nudos largos, trenzados también separando cabos.

Las **figuras 24 a 29** representan nudos o ligaduras efectuadas con las cuerdas enteras, sin soltar sus cabos.

Figura 24, Figura 25, Figura 26, Figura 27, Figura 28, Figura 29 Nudos y ligaduras con cuerdas enteras.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

⁷ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Tabla 6 CORREAS Y CUERDAS: Coeficiente de trabajo a la tracción (C_t)

TRACCIÓN (kg/cm²)

CORREAS Y CUERDAS	C_t (kg/cm²)
Alambre de hierro	1000
Alambre de acero	1900
Alambre de cobre	830
Cuerda amarilla ordinaria	61
Cuerda de buena calidad	108
Cuerda alquitranada	52

Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

SOPORTES METÁLICOS⁸

De muchísimas más resistencia que los de madera, y por tanto mucho mayor esbeltos, interesan de manera muy especial cuando se requiere lograr un espacio amplio para trabajar y hay que sostener grandes cargas. Su cálculo se efectúa utilizando la fórmula debida a LOVE, fórmula por la cual obtenemos los coeficientes de trabajo (K= Coeficiente de trabajo), según el grado de esbeltez.

La fórmula de Love varía según el metal, así para el hierro, utilizaremos:

$$K = 600 / 1.55 + 0.0005 (A/D)^2$$

⁸ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Y para fundición utilizaremos:

$$K = 1250 / 1.45 + 0.00337 (A/D)^2$$

Con estos datos y los conocidos en las tablas anteriores, podemos calcular soportes metálicos.

Tabla 7 SOPORTES METÁLICOS: Coeficientes de trabajo a la compresión (Cc)

METALES	Cc (kg/cm²)
Hierro	730
Hierro laminado	700
Hierro fundido	1250
Cobre	250
Acero fundido sin templar	3650
Acero dulce sin templar	1240

Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

Ejemplo de cálculo:

Hay que hacer un apeo y se requieren emplear columnas cilíndricas de fundición; la altura ha de ser de 3.00 metros, y la carga es de 50000 kilogramos. Calcular el diámetro de la sección.

Solución:

El coeficiente de trabajo a la compresión (Cc) del hierro fundido es según la tabla N° 7 igual a 1250, entonces la sección será:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{50000}{1250}$$

Y despejando:

$$D = \sqrt{\frac{200000}{1250\pi}} = \sqrt{50.9} = 7.2$$

El valor 7.2 cm se aplica en la fórmula de Love correspondiente, para fundición en este caso, y tendremos:

$$K = \frac{1250}{1.45 + 0.00337 \cdot A^2/D^2} =$$

$$K = \frac{1250}{1.45 + 0.00337 \cdot 300^2/7.2^2} =$$

$$K = \frac{1250}{1.45 + 0.00337 \cdot 1736.3} =$$

$$K = \frac{1250}{7.87} = 158.83$$

Y a partir de este resultado podemos calcular la sección del soporte, para lo no tenemos más que dividir el peso que éste ha de soportar por el coeficiente que acabamos de obtener (K):

$$C = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{50000}{158.83} = 314.8$$

Despejando ahora el valor de D, tendremos:

$$D = \sqrt{\frac{314.8 \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{1259.2}{3.14}} = \sqrt{401} = 20$$

Tomaremos un diámetro por exceso, de 21 cm, es decir, las columnas a emplear deberán tener un diámetro de 21.00 centímetros.

Si en lugar de presentarnos un caso de soportes de fundición, se nos presenta el caso de una columna de hierro laminado, la fórmula de cálculo sólo varía al tomar la fórmula, que tomaríamos correspondiente, el resto de operaciones será semejante.

Estos problemas prácticamente donde más se presentan son en elementos auxiliares como apeos y entibaciones, para calcular el peso que tienen que soportar las columnas a emplear, hierro o madera y, en este caso, no tenemos más superficie que cubrir o cubicar, según el caso, lo que carga sobre el lugar donde se piensa colocarlas el resultado de estas operaciones de multiplicar por los pesos por metro cuadrado o cúbico hallados respectivamente; la suma de todos estos pesos será el peso total que ha de resistir el soporte, y en función de este peso total, y ya escogida la fórmula pertinente, se procede a su cálculo en la forma ya explicada.

DIMENSIONAMIENTO O ESCUADRÍAS⁹

Se cree conveniente un tema dedicado a la madera, ya que es una de las materias de más uso en los andamios y otros elementos auxiliares de construcción (apeos y entibaciones); sin embargo no se hace lo mismo con el hierro, pues este es un elemento en el que el constructor no puede elegir de la misma forma que en la madera, ya que este por ser fabricado con unas calidades determinadas y con unos perfiles normalizados, no pueden ser alterados, salvo causas muy especiales y de acuerdo a las solicitudes de diseño.

⁹ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

El fabricante, en el caso de hierro, es el que nos dará los coeficientes a tener en cuenta en el cálculo.

La buena madera puede comenzar a elegirse en el monte, y se caracteriza en la generalidad por ser de crecimiento bastante uniforme y sus troncos rectos, pero tiene muy poco ramaje y carece de defectos causados por enfermedades. En el mercado suelen encontrarse maderas en dos formas:

- En **rollizos** (sin trabajar)
- Madera preparada (ya trabajada)

Su medición se efectúa de forma distinta según el modo en que se encuentre; así la primera se mide sobre pila, teniendo siempre en este sistema de medida mermas, las cuales son debidas a los espacios libres que quedan entre rollizos; la unidad de medida es el estéreo, o metro cúbico de madera en pila.

La madera trabajada se mide por metros cuadrados si todas las tablas son del mismo espesor, por metros lineales los llamados “hilos”, que son postes dimensionados de sección cuadrada, y también se puede medir por piezas si éstas son viguetas ya preparadas para su empleo.

OBSERVACIONES ACERCA DE LA PROCEDENCIA DE LAS MADERAS¹⁰

Al no tener en cuenta la procedencia del rollizo, sino al lugar que la madera ocupa en el mismo; de ello depende su comportamiento y el modo de trabajar la madera en la obra.

La primera y única operación que se efectúa para que un tronco se pueda denominar técnicamente con la palabra rollizo, es el descortezado, operación esta que puede ser efectuada con el hacha o con la sierra.

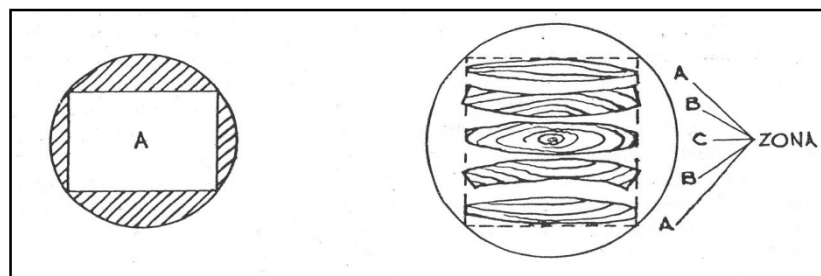
¹⁰ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Con el rollizo se somete a otra operación llamada **desbastado**, dándole la escuadría; **A. figura 30**, los trozos de la zona rallada en la figura reciben el nombre de **casqueros** o **costeros**. Las piezas de madera al secar producen fenómenos de contracción, hinchazón, alabeo, reviro y agrietamiento.

Con solo observar la forma de producirse estos fenómenos podemos saber de qué parte del rollizo ha sido obtenida esta pieza. Vamos a prescindir aquí de demostrar cómo se producen estos fenómenos en un tronco y limitarnos a la madera obtenida de la parte central, que es la parte que para nuestro propósito nos interesa.

Las tablas centrales sufren la contracción conservando su ancho en el centro, encogiéndose en las caras laterales y tomando forma convexa hacia el núcleo. La madera situada precisamente en el núcleo encoge en los extremos quedando su ancho primitivo solo en el centro, de ahí que la tabla central no sea del agrado de los constructores; las mejores tablas son, pues, las señaladas con la letra **A**, próximas a los costeros, luego las señaladas con la letra **B**, (**figura 31**), y por último, muy malas en la zona **C**.

Figura 30, Figura 31 Cortes de los rollizos.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

Cuando interesen vigas cuyas escuadrías sean cuadradas, debe tenerse presente que su máxima resistencia se obtiene haciéndola trabajar sobre el lado menor de la escuadría, también interesa hacer observar que la mayor resistencia se obtiene cuando los lados de la escuadría rectangular estén en relación 5:7.

LA MADERA EN EL COMERCIO¹¹

Hay varios tipos:

- Rollizo sin escuadrar, pero cortado por la mitad, o prescindiendo del tablón del núcleo.
- Madera escuadrada de cantos vivos, obtenida del anterior.
- Madera para quemar, los llamados costeros.

La madera escuadrada de construcción suelen tener unas dimensiones que oscilan desde 7 x 7 hasta 30 x 30, aunque por la razón de su resistencia apuntadas más arriba, se acostumbra a ser rectangular.

Las maderas se venden por docenas de tabloncillos regulares de dimensiones en la escuadría 3 x 9 pulgadas, y 14 pies de largo.

¹¹ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

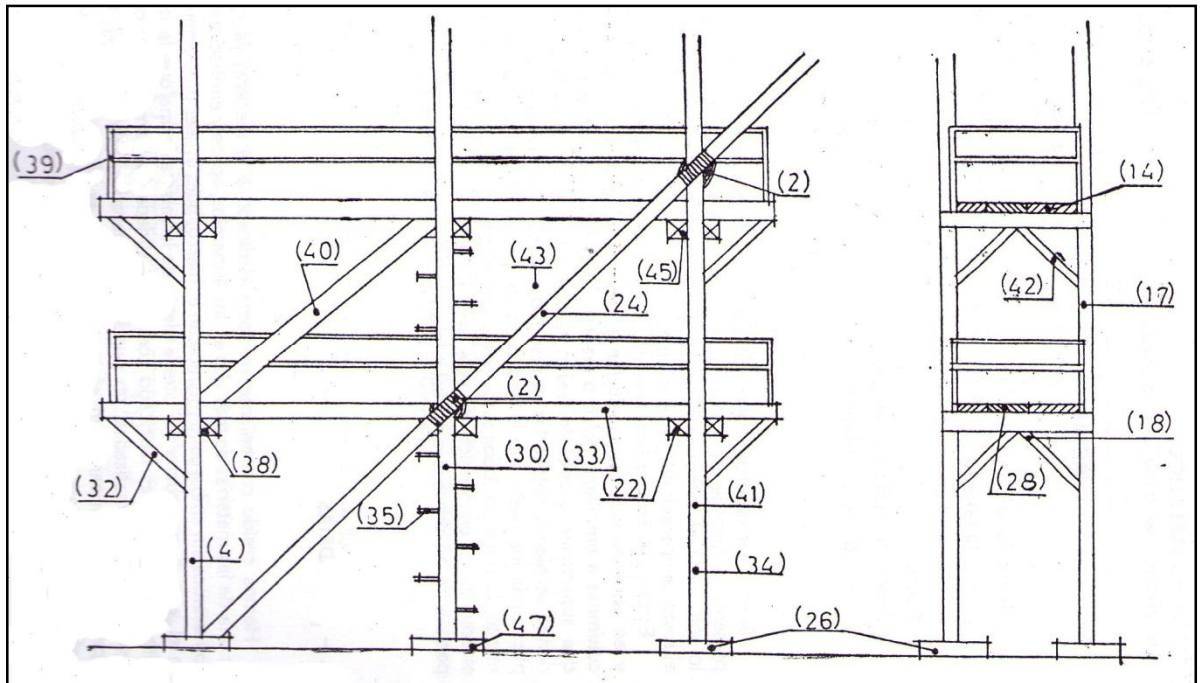
TECNOLOGÍA DE LAS PIEZAS QUE CONSTITUYEN UN ANDAMIO¹²

Se va a estudiar, individualizadas, las piezas que constituyen un andamio; no podemos dejar totalmente exhausto el tema, dado que se pueden presentar gran número de casos particulares a resolver con andamiajes especiales que harían interminable, además de innecesario, su presentación, pero si estudiaremos lo que se podría llamar andamios clásicos o corrientes que son los más frecuentemente empleados.

En la explicación de cada pieza se ha colocado un número de orden, con el fin de localizarlas en las figuras de andamiaje correspondientes, **figuras 32, 33, 34 y 35**, que puede el lector ver en páginas siguientes, de esta forma, que consideramos la más práctica y fácil de lograr una buena interpretación, el lector ve la definición técnica con que hemos designado una pieza y el acto seguido en el dibujo del conjunto de andamiaje correspondiente la ve trabajando y su disposición correcta; aparte de estas citas en los dibujos de conjunto, se cree conveniente en algunas partes, para mayor claridad en su explicación o bien por merecerlo dada su importancia, insertar dibujos aclaratorios de la pieza aislada.

¹² Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Figura 32 Andamio alzado.

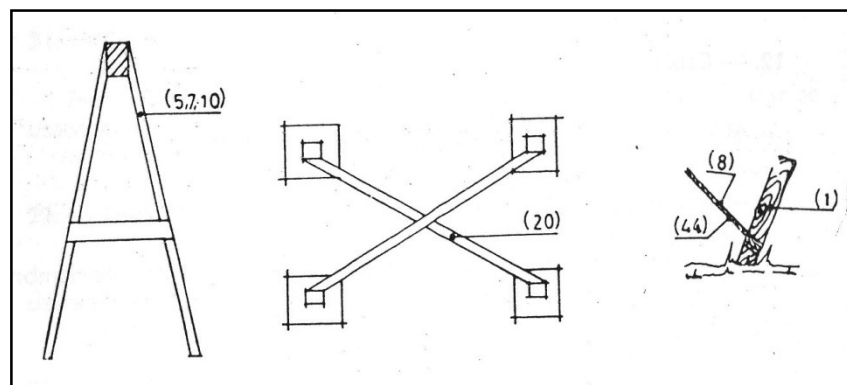


Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Una de las dificultades se han presentado al situar los elementos en orden alfabético, también ha sido su localización en los dibujos, pues una pieza que tiene un número bajo y que está situada en la segunda figura puede parecer difícil su localización, ya que parece normal que el orden de las piezas en los dibujos de conjunto debiera ser el orden de los mismos dibujos, de tal forma que un dibujo de conjunto tenga desde el número 1 al 20 (es un ejemplo y no está relacionado directamente con la realidad del dibujo o de los dibujos) y el colocado en segundo lugar comenzase en el 21 y así sucesivamente; no ocurre esto en ese primer dibujo podemos hallar quizá el número 25, 26,etc., mientras que el segundo dibujo podemos hallar precisamente los números 1,2 ,etc. Esto es inevitable al colocar las piezas por orden alfabético, ya que al no poder situar todas las piezas en un solo andamio o estructura de andamiaje, y necesitar dos o más dibujos,

difícilmente nos coincidirán todas las piezas cuyo nombre comienza por la misma letra en un mismo dibujo, y es lo más normal que se alteren entre los dibujos que para su explicación hemos necesitado; esto es lo que ha sucedido en nuestro caso. No obstante lo precedentemente expuesto, no creemos que entrañe mucha dificultad, dada la claridad con que se aprecian los elementos en los dibujos.

Figura 33, Figura 34, Figura 35 Piezas que constituyen un andamio.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Hechas estas aclaraciones, se va a comenzar con las definiciones técnicas de los elementos que pueden intervenir en un andamio.

1) Abitón

No es más que un madero clavado en el suelo verticalmente; sirve para amarra o sujetar las cuerdas, en algunos casos se le da un poco de inclinación y su anclaje en el suelo es más perfecto, para así poder aplicarle más esfuerzos de tracción.

2) Abrazadera

Llámesese así a la pieza de metal u otro material cualquiera que va uniendo dos o más piezas. La unión puede ser hecha por atadura, clavazón, anclaje, etc., pero siempre con seguridad y resistencia suficientes

3) Acollar

Andamio natural que se forma arrimando tierra al pie de la obra, de tal forma que desde la misma el obrero tenga facilidad de trabajar. Es una forma antiquísima que se cree usaban los egipcios para luego arrollar por este sólido andamio natural el material para sus obras, así fueron logradas las grandes pirámides que hoy nos asombran. Este sistema, como fácilmente se puede suponer, está en completo desuso en la actualidad.

4) Alma

Se llama de esta forma al madero vertical que sostiene a tablones y demás maderos en un andamio. También se le da el nombre de pie derecho, nombre que nos es más que una designación usada en construcción para todos los elementos verticales y, por tanto, no especial para el que nos ocupa, cuyo nombre característico es el de alma y no el de “pie derecho”.

5) Asnilla

Es un elemento sustentador que forma sencillo andamios, está formado por un madero horizontal que se apoya en cuatro tornapuntas que hacen de pies. En la **figura 33** se puede observar con claridad.

6) Barrote

Se designa con este nombre a un travesaño pequeño. Si es metálico han de ser de sección cuadrada.

7) Borriqueta

Es la asnilla que ha quedado descrita en el número 5.

8) Bragas

Son cuerdas aptas para resistir grandes pesos.

9) Bidas

Se llaman así los elementos metálicos que van uniendo dos o más tablones.

10) Caballete

A la asnilla o borriquete, las dos descritas a su debido tiempo, tampoco se les conoce con el nombre de caballete.

11) Cabilla

Se llama así a los hierros redondos, con una sección que varía entre los 7 y 20 milímetros de diámetro.

12) Cabio

Madero de 30 pies de largo.

13) Cabrío

Es el elemento anterior, al que también se le designa con este nombre.

14) Camera

Tabla de madera de 2.00 metros de largo, 25 centímetros de ancho y un grueso que varía de 2 a 3 centímetros.

15)Casquillo

Se llama así en los andamios tubulares a un tubo corto, dispuesto de forma tal que permite la unión de otros dos en cualquier ángulo.

16)Codal

Tubo que forma una llave, en elementos metálicos, que aprisiona piezas del andamio contra elementos fijos de la obra.

17)Cornijal

Se llama al alma que forma ángulo.

18)Cortavano

Como su nombre lo indica, es un elemento corto que sirve para hacer de puntal en los vanos.

19)Cuadernal

Es el conjunto de dos o más poleas que van montadas sobre un mismo eje.

20)Cruz

Dos tablas o tubos cruzados que dan rigidez a la base y estructuras del andamiaje.

21)Chapera

Plano inclinado, con maderos unidos a base de travesaños, y que se usa como escalera.

22)Chilla

Tablón de madera de dimensiones de 12 x 12 centímetros, y de 2 metros de largo.

23)Despidiente

Palo que se suele colocar en los andamios colgados para mantenerlos alejados de la pared.

24)Diagonal

Tubo o madero inclinado, que va situado en un plano paralelo al principal del andamio.

25)Diferencial

Aparejo que está formado por dos poleas superpuestas; la superior móvil y de doble garganta, la inferior fija y de una sola garganta.

26)Durmientes

Se le llama de este modo a las piezas que se colocan debajo de las almas y reciben su carga.

27)Egion o eji3n

Cu3a que sirve de apoyo al alma y que da apoyo a su vez a una pieza horizontal.

28)Encatrado

Es el tablero de un andamio.

29)Eslab3n

Hierro doblado que sirve para colgar el andamio.

30)Esp3rrago

Pie derecho de andamio o alma, atravesado por estaca a ambos lados y que forman la escalera.

31)Esqueleto

Es el conjunto del andamio, sin los encatrados ni arriostramientos.

32)Jabalcón

Como nos indican sus nombres son palos o tablones de madera puestos a lo largo.

33)Larguero o longitudinal

Como nos indican sus nombres son palos o tablones de madera puestos a lo largo.

34)Pie derecho

Lo tenemos descrito como ALMA.

35)Pate

Pequeños hierros empotrados en un alma y que forman una escalera de andamio.

36)Parales

Son maderos que van apoyados en el muro y su pie en el piso, sirven para sujetar a ellos los puentes, y éstos a su vez reciben a los tablones, constituyendo de este modo un andamio de interiores. En exteriores se usan para atirantar el alma o almas del andamio.

37)Pescantes

Pieza que va sujeta o empotrada por un extremo, recibiendo la carga en el otro.

38)Puente o almojaya

Se llama así a las tablas horizontales del entramado de un andamio.

39)Quitamiedos

Se conoce también con el nombre de baranda o barandilla; es un elemento de protección del andamio, llevando la altura de un antepecho normal.

40)Riostra

Pieza que se coloca oblicuamente para asegurar que no haya deformación estructural del andamio.

41)Soporte

Se llama así al elemento vertical (almas generalmente), que transmite cargas al terreno.

42)Tornapunta

Pieza inclinada de arriostramiento cuando además soporta cargas.

43)Vano

Se llama vano o luz a la distancia que separa dos apoyos.

44)Viento

Toma este nombre una cuerda o alambre que se coloca para atirantar las almas y mantenerlas en su correcta posición.

45)Viga

Es un elemento estructural que va colocado sobre los apoyos, dos mechinales (agujeros que se dejan en las paredes para meter los elementos de andamiajes), o un apoyo y un mechinal, salvando una luz y soportando una carga.

46)Virotillo

Es un madero corto en posición vertical, se apoya en uno horizontal y sostiene otro inclinado.

47)Zapata

Tiene dos acepciones en andamiaje:

- Tabla o madero con que calza un alma, y
- Una pieza horizontal de madera, generalmente corta puesta encima de un alma o pie derecho para sostener la carrera y aminorar su vano.

48) Zapatón

Es una zapata que va apeada en sus extremos por tornapuntas.

49) Zuncho

Abrazadera o anillo (de hierro u otro material) que sirve para ceñir, reforzar o sujetar la pieza.

50) Llave

Sólo empleado en andamios metálicos, es un elemento o dispositivo de anclaje del andamio a una parte fija de la obra. Con alguna variante puede aplicarse a andamios de madera o semimetálicos (metal y madera).

CLASES DE MADERA EN LOS ANDAMIOS¹³

Suele emplearse de todas clases, con la única condición de que resistan las fuerzas a las cuales van a ser sometidas; no obstante en andamios ensamblados debe procurarse el empleo de madera sana y, a ser posible, evitar que tenga los clásicos nudos, y sus escuadrías han de ser perfectas, a fin de poder lograr también ensamblajes perfectos.

¹³ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Otro de los cuidados que hay que tener es el del montaje y desmontaje de andamios, procurando no lesionar las maderas, a fin que nos puedan servir para sucesivos andamiajes. A este último fin los andamos ensamblados deben tener sus ensambladuras lo más sencillas posible para evitar debilitarlos.

Quedamos, pues, que la madera a utilizar en un andamiaje puede ser de cualquier clase, con la única condición de que sea resistente a los esfuerzos que ha de sufrir en el mismo.

No obstante lo expresado en párrafos anteriores, hay unas maderas recomendables para andamios, y qué vamos a mencionar a continuación:

- Pino común (*Pinus silvestris*)

Tiene la albura de un color que va desde amarillenta hasta blanca-rojiza, el corazón es castaño-rojizo. Es generalmente blando, y en algunas clases muy blando; es, sin embargo, madera de mucha duración y muy elástica. Su utilidad en andamios es beneficiada por la cualidad de que a este pino no le afecta el alternar la sequedad con la humedad en aras a su duración.

- Pino negro (*Pinus nigra austriaca*)

El corazón es amarillento-rojizo y es muy blando en algunos casos, o cuando menos tan blando como el anterior e igualmente elástico. Su duración es más limitada que la del pino común cuando está expuesto a los agentes atmosféricos.

- Pino de Weymouth o blanco americano (*Pinus Strobus*)

El color de la albura es blanco o blanco-amarillento, y el de su corazón es rojizo-amarillento o castaño. Es madera blanda y de regular elasticidad. Su duración es generalmente corta.

- Pino-tea (*Pitchpine-P australis*)

El color del corazón de esta variedad es castaño-rojizo. Es madera bastante más dura que las anteriores. También es muy elástica y muy duradera.

- Pino amarillo (Pinus Pariderosa)

El color del corazón es amarillo-claro. Es medianamente duro y bastante elástico. Dura bastante, aunque mucho menos que el pino-tea.

- Abeto castaño (Picea Excelsa)

Esta madera es de color blanquecino o ligeramente rojizo. Es muy blanda y muy elástica y de duración.

- Aliso (Almes glutinosa)

El color es gris-rojizo. Es un material blando y de escasa elasticidad. Muy duradero en el agua, por esta cualidad suele ser preferido en entibaciones.

ESTABILIDAD Y RIGIDEZ¹⁴

Un andamio ha de ser estable y de una flexibilidad normal. Estas condiciones han de ser conseguidas a base de una buena estructuración y arriostramiento adecuado. En algunos casos la rigidez es imposible de llevar a un término de perfección deseable, esto suele ocurrir en los castilletes, andamios de chimeneas, etc. En estos casos se dejan un poco más flexibles de lo normal y se colocan, para evitar peligrosos vientos que sujeten al mismo.

¹⁴ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

El arriostramiento es de sumo interés en la ejecución de un andamio por ello debe cuidarse mucho no omitir ninguna riostra donde el mismo lo pida.

Como condiciones generales para lograr la estabilidad y rigidez de un andamio, garantizando así el mismo, debemos hacer siempre que se cumplan unas condiciones mínimas, a saber:

Deben evitarse las almas o pies derechos de menos espesor a 8 centímetros.

Los vanos de un andamio no han de ser mayores a 3 metros en circunstancias normales. En el caso de andamios metálicos si la empresa instaladora nos garantiza mayores luces podemos aceptarlas previo contrato de riesgos por su cuenta. En cualquier caso han de ir perfectamente arriostrados y los empalmes, clavazones o ataduras muy bien hechas.

Las carreras no deben distanciarse más de 4 metros y su ancho no debe sobrepasar de 30 centímetros, ni ser menos de 11 centímetros.

Y otra última recomendación queremos agregar para dar por finalizados este tema; condición que si bien no se ciñe a él íntegramente, tampoco la podemos considerar desligada y que por tanto apuntamos aquí. Y es evitar siempre que sea posible andamios menores en ancho de 1.25 metros y de barandilla quitamiedos procurar sea de un alto de mínimo 1 metro. Estas últimas recomendaciones son olvidadas con frecuencia por el constructor, en un mal sentido del ahorro del material.

CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA LOS OBREROS¹⁵

La razón de que este tema no sea muy extenso en nuestro manual es debido a:

¹⁵ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Tenerlo en cuenta y como explicación del porqué de algunos de los elementos componentes de los andamios,

Porque queremos hacer un llamado de atención a todos los ingenieros, técnicos y auxiliares de la construcción para que vigilen más este aspecto de los edificios y las obras.

No sabemos con certeza a quién culpar de lo que nos comunican los diarios de todo el mundo: en las secciones de accidentes casi todos los días aparecen noticias trágicas debidas a caídas de andamios o golpes recibidos por la caída de materiales. Lo que sí sabemos es que se reduciría notablemente si se guardasen con celo las normas de la construcción de andamios por parte del constructor del mismo, y luego se evitasen las arbitrariedades e irresponsabilidad por parte de los obreros al momento de realizar sus labores sobre estos elementos auxiliares.

CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA EL PÚBLICO¹⁶

Depende del cuidado de que no caigan materiales y herramientas a la vía pública; por otra parte debe protegerse ésta, como lo indican casi todas las ordenanzas municipales en cada ciudad, con una valla protectora adecuada y, en caso necesario con una plataforma de sostén en forma de visera en la primera planta del edificio, en la cual queden los materiales que caigan, antes de que estos lleguen al suelo.

Si bien en el capítulo precedente y al hablar de condiciones de seguridad para los obreros, se afirma que parte de esta seguridad estaba basada en los mismos trabajadores, los cuales podíamos llamar promotores y víctimas de sus descuidos; aquí sí que no se puede decir nada en contra del pobre transeúnte, bien ajeno en

¹⁶ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

muchos casos a la obra en construcción, bajo la cual circula y de la cual puede caer lo que menos espera.

Una protección inadecuada en estos casos es un atentado contra la vida de cuantos puedan circular bajo ella, y por tanto debe de estar, y de hecho está, debidamente castigada.

ENSAMBLADURAS¹⁷

Anteriormente se ha mencionado la existencia de andamios ensamblados, y al hablar de las ensambladuras en el capítulo correspondiente a LA MADERA EN LOS ANDAMIOS, se han detallada qué cuidados se debían tener en lo posible para evitar la debilitación de éstas.

En este tema se ha querido presentar también un capítulo dedicado a enumerar someramente lo que es una ensambladura y presentar las más comúnmente empleadas en la construcción; para este fin se presentan una serie de figuras que nos darán una idea clara y precisa del tema.

Se llama ensambladura a la unión de varias piezas de madera, combinadas de tal forma que los cortes dados en cada una de ellas en saliente, encajen en los huecos o mortajas practicados en la otra, haciéndose una unión que se puede reforzar por clavado, encolado, etc.

Las ensambladuras más corrientemente empleadas en andamiajes son:

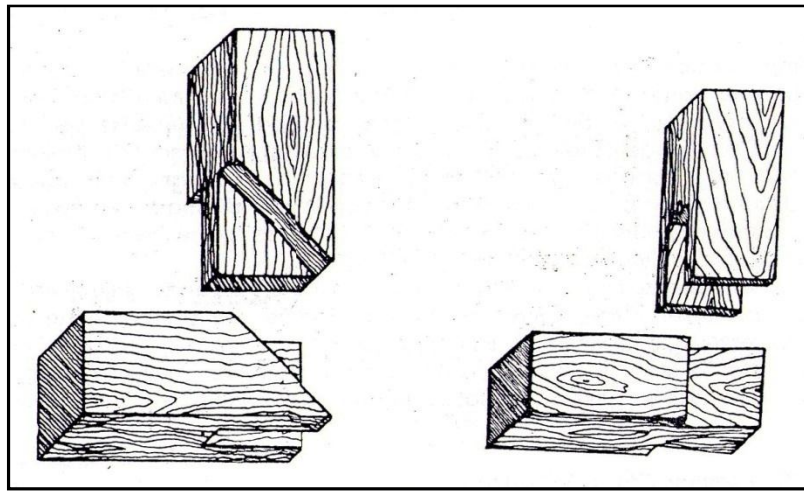
- Ensambladuras de cola de milano (**figura 36**)
- Ensambladura de diente (**figura 37**)

¹⁷ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

- Ensambladura de caja y espiga (figura 38 Y 39)
- Ensambladura en rayo de Júpiter (**figura 40**)
- Ensambladura en Z (**figura 41**)

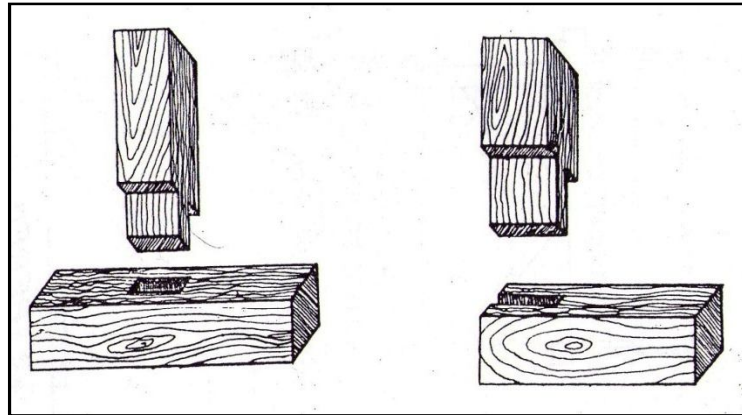
Y con estos tipos de ensambladura cerramos esta pequeña reseña, suficiente para nuestro propósito de hablar posteriormente de andamios ensamblados con propiedad.

Figura 36, Figura 37 Ensambladuras con cola de milano y dientes.



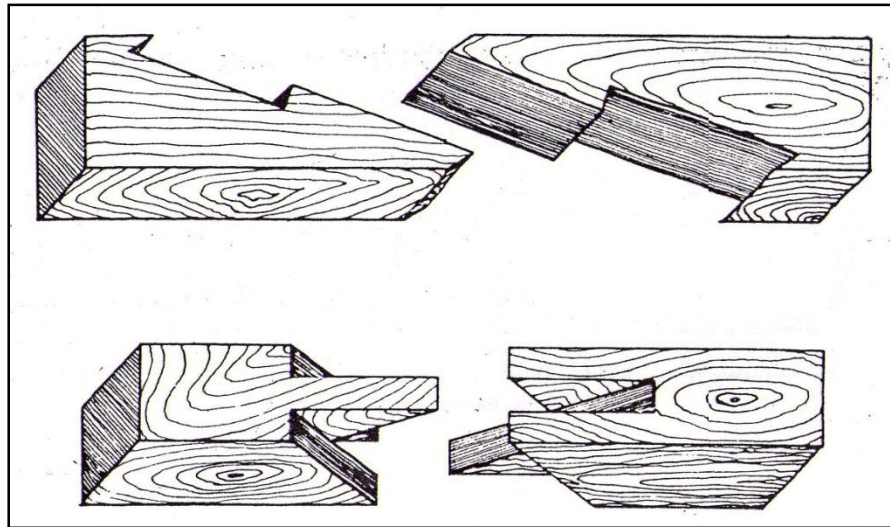
Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Figura 38, Figura 39 Ensambladuras de caja y espiga.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Figura 40, Figura 41 Ensambladuras en rayo de Júpiter y en Z.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

1.3 ANDAMIOS ORDINARIOS Y SUS CLASES¹⁸

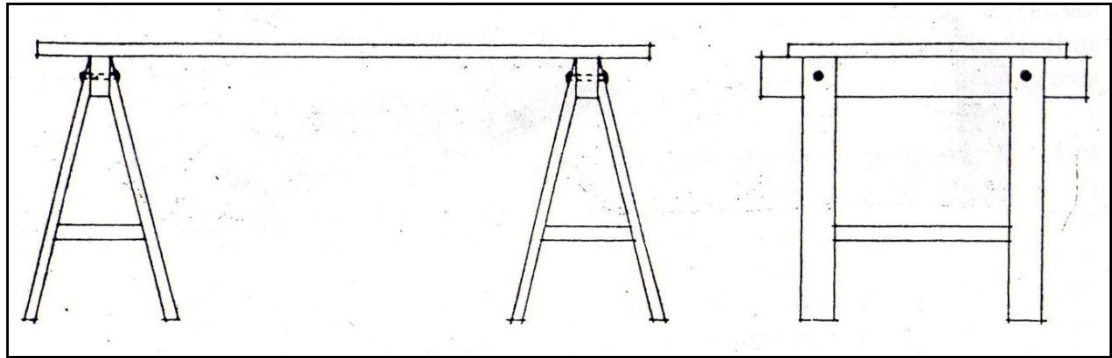
El andamio que aquí se acordó designar bajo el nombre de “ordinario” es aquel de constitución simple y construido por los propios obreros, es decir, sin el auxilio del carpintero de armar o experto en esta especialidad. Son muy usados en pequeñas obras. Para su estudio se hace una pequeña clasificación clásica y determinar sus características individualmente, de acuerdo a su orden en la clasificación:

- Andamios ordinarios de borriquetas
 - Andamios ordinarios de almas
 - Andamios ordinarios de puentes volados
 - Andamios ordinarios de parales
 - Andamios ordinarios de palomillas
 - Andamios ordinarios de mechinales
-
- ANDAMIOS DE BORRIQUETAS

Es el andamio más sencillo y quizá el más empleado en edificios de toda índole. Su composición es muy elemental y consta de varias asnillas o borriquetas en fila, las cuales sostienen los tablonces que forman el entramado del andamio, su altura nunca llega a alcanzar las dos plantas del edificio y varían con las borriquetas. Se observa un andamio de este tipo en la **figura 42**.

¹⁸ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Figura 42 Andamio de borriquetas.

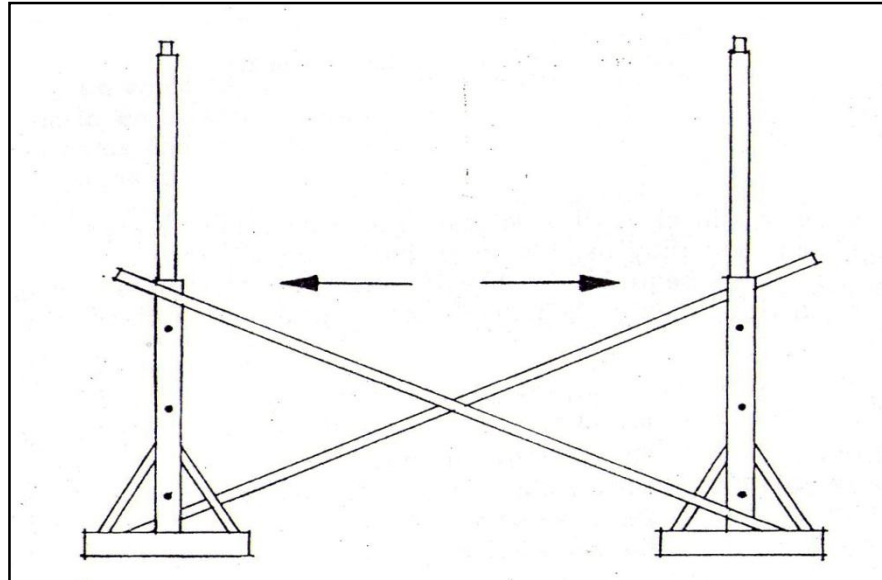


Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Otro tipo de andamio de esta misma clase se puede observar en la **figura 43**. En este tipo, el andamio se eleva fácilmente gracias a unas correderas hechas en la parte inferior del mismo, además sin necesidad de recurrir a estas correderas, estos caballetes llevan una serie de travesaños donde se colocan los tablonos del entramado del andamio y, como fácilmente se desprende de la **figura 43**, la altura del andamio varía según los tablonos vayan situados en uno u otro travesaño. Cuando se necesita una altura que no podemos alcanzar con los travesaños que tienen las asnillas, se recurre al empleo de las correderas y la altura del mismo puede llegar a duplicarse en algunos casos.

Una advertencia hay que hacer en este tipo de andamios, y es evitar alturas que sean superiores a los 5 metros sin un buen arriostamiento, que es necesario a fin de impedir el deslizamiento en el sentido que nos indica la flecha de la figura 43; así mismo no estaría de más en estos tipos de andamios, clavar tablonos a los caballetes o a los travesaños de los mismos.

Figura 43 Andamio de borriquetas.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

- ANDAMIOS DE ALMAS

Se puede decir que los andamios de almas tienen unos hermanos gemelos, y es el **andamio fijo**, andamio que se va a estudiar a su debido tiempo en los andamios ensamblados.

Este tipo de andamio está formado por piezas enlazadas mediante uniones metálicas que evitan deformaciones en la construcción del mismo; estas uniones metálicas se sustituyen en algunos casos por ataduras fuertes, sistema que está en desuso debido a la poca seguridad que nos ofrece y a la pérdida de tiempo que el mismo nos representa. La composición de estos andamios, como puede observarse en las figuras 44 y 45, es el de almas o pies derechos, colocados a una distancia de aproximadamente 1.50 metros de la fachada y clavados en la acera con seguridad. A la altura conveniente para poder trabajar con seguridad en

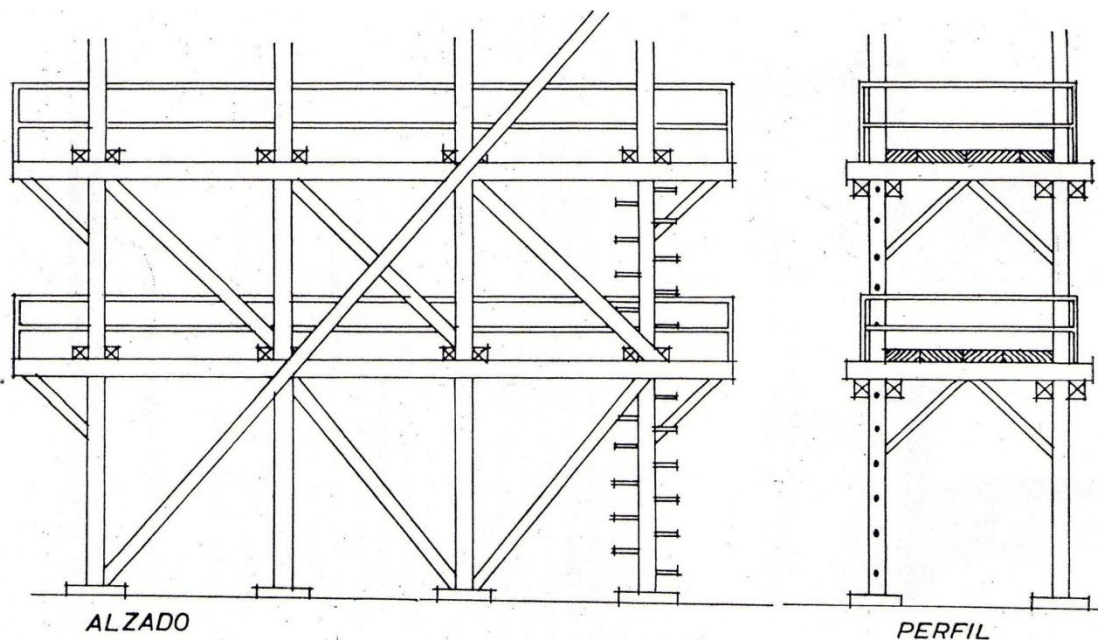
la fachada se colocan egiones de la primera planta de andamio (entramado); encima de estos egiones y debidamente atados van los puentes sobre los cuales van los tablonces que forman el entramado del andamio o piso del mismo.

Las almas de este andamio no tienen necesariamente por qué ser empotradas, pudiendo hacerlo apoyadas, pero en este caso deben de llevar durmientes. Las barandillas de estos andamios también van debidamente clavadas o atadas, así como las escaleras de acceso al andamio y los tablonces del entramado. El arriostramiento se efectúa empleando las clásicas cruces de San Andrés.

Los únicos elementos que en este tipo de andamio deben ir necesariamente clavados son los egiones, ya que están sometidos a un esfuerzo cortante excesivo.

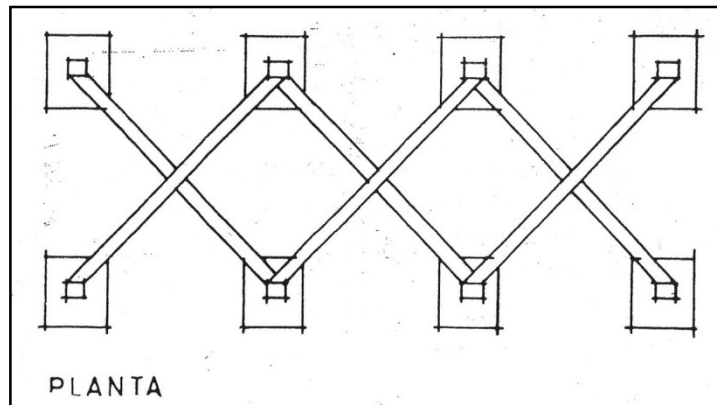
En las figuras 44 y 45 ya citadas anteriormente, se puede observar un modelo de este tipo de andamio.

Figura 44 Andamio de almas.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Figura 45 Planta del andamio de almas de la figura 44.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

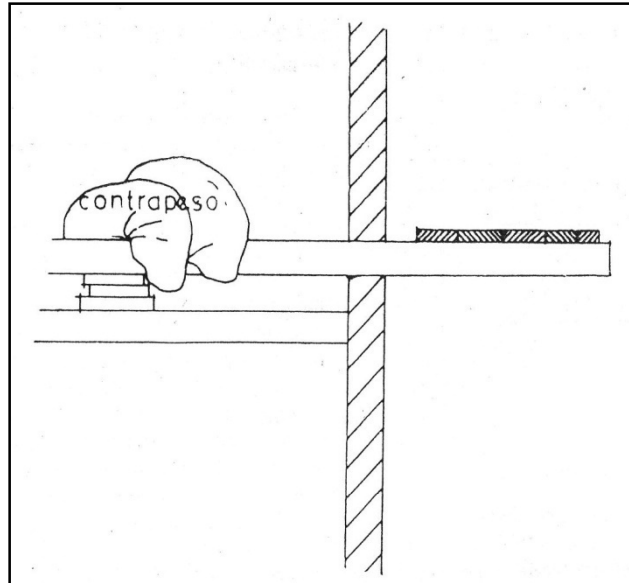
- ANDAMIOS DE PUENTES VOLADOS

Esta clase de andamios están formados, como su mismo nombre lo indica, por simples puentes que vuelan sobre la fachada y reciben en este voladizo a los tablonés del entramado, elementos de seguridad y el peso de los operarios y materiales.

Estos puentes volados se aseguran en el interior del edificio por varios procedimientos, uno de ellos es colocar un contrapeso que nos asegure la estabilidad del andamio al colocar las cargas en el exterior. Esta solución no se puede recomendar en absoluto por ser de sumo peligro, no obstante se recurre a ella en algunos casos en que las circunstancias obligan, y para ello hay que cerciorarse muy bien de que el contrapeso sea mayor a las cargas que ha de recibir el andamio en voladizo y su peso propio. Un modelo de esta clase de

andamios que, repetimos, nos son nada recomendables, pueden verse en la figura 46.

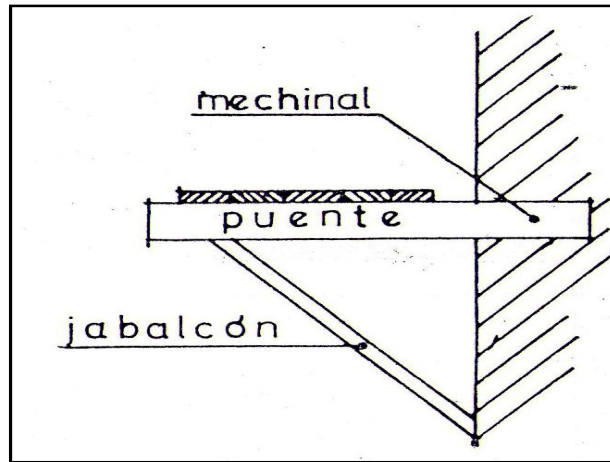
Figura 46 Andamio de puente volado, con contrapeso.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

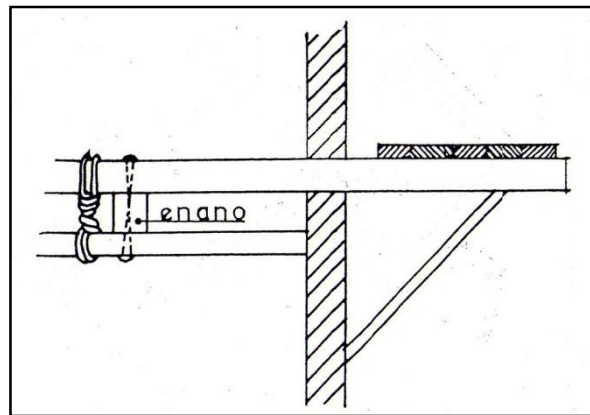
El más práctico y mejor sistema de puente volado es el que representamos en la figura 47, aunque también lo es mucho mejor el de la figura 48, sin embargo, este último no siempre se puede construir debido a la forma especial que requiere la disposición del forjado del piso para hacer la correspondiente atadura o anclaje.

Figura 47 Otro tipo de andamio de puente volado.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Figura 48 Andamio de puente volado con anclaje.



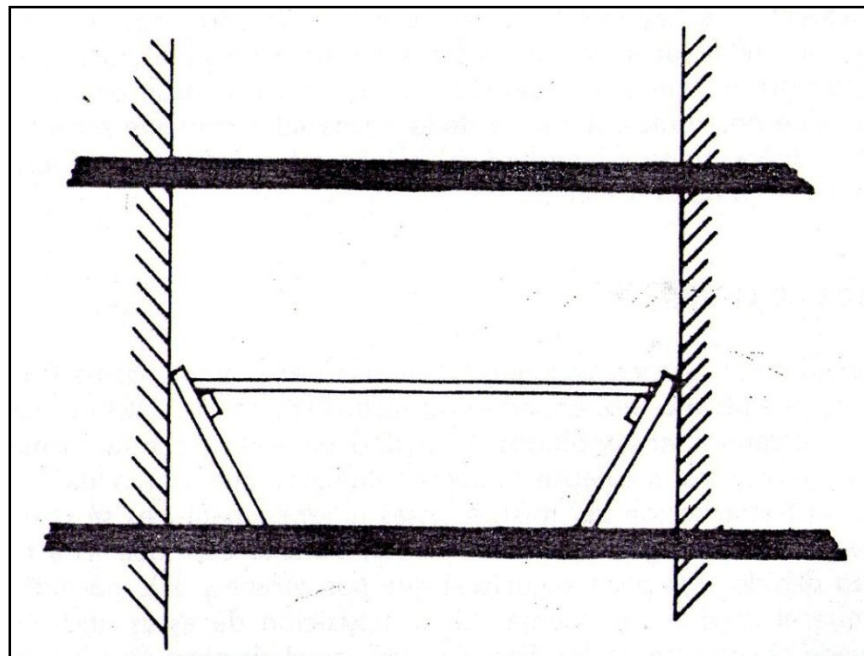
Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

- ANDAMIOS DE PARALES

Son de construcción sencillísima, están formados por unos tablones inclinados de los cuales reciben el nombre (parales); en estos tablones van atados, clavados o ensamblados los puentes, y encima de éstos se recibe el entramado que forma el piso del andamio.

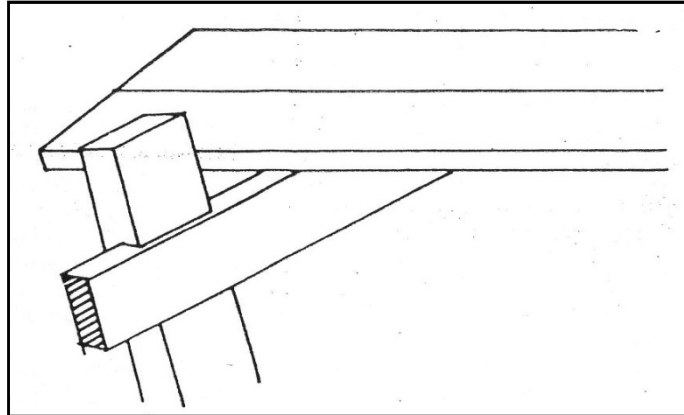
Estos andamios, como podemos observar en las figuras 49 y 50, no se pueden construir más que cuando tenemos paredes laterales de apoyo para los parales. De ahí que sólo se empleen en interiores. Un modelo típico se puede observar en la figura 49.

Figura 49 Andamios de parales



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Figura 50 Detalle del andamio de parales de la figura 49.

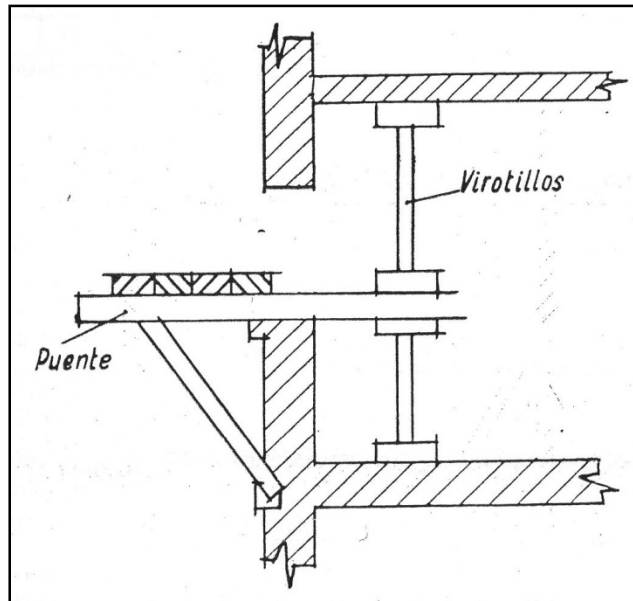


Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

- **ANDAMIOS DE PALOMILLAS**

Esta clase de andamios es poco empleado, está compuesto por virotillo, un puente y un pescante. Su forma, como se puede apreciar en la figura 51, es muy simple.

Figura 51 Andamio de palomillas.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

- ANDAMIOS DE MECHINALES

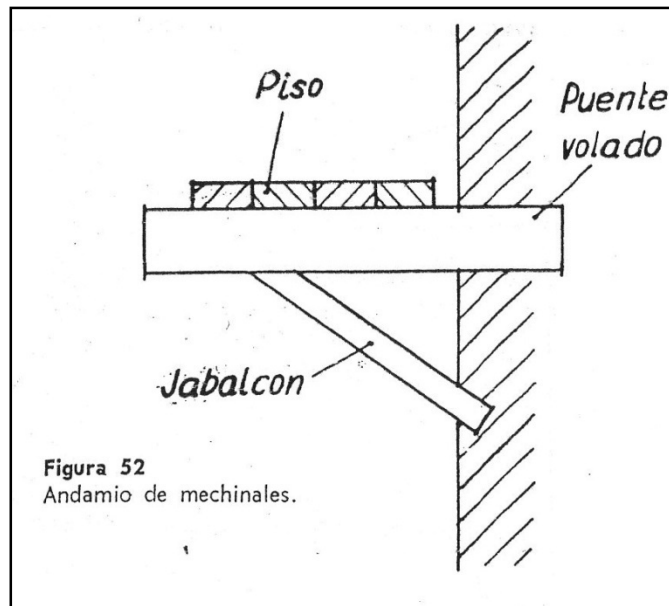
Esta clase de andamios no son aconsejables en ningún caso; a pesar de esto son usados con frecuencia debido a su fácil instalación.

Como nos indica su nombre, están formados por un puente que va empotrado en uno de sus extremos en un mechinal y volado en el otro; la parte volada se refuerza en algunos casos con un jalancón adecuado.

En la figura 52 se pueden ver uno de estos tipos de andamios en su vista de perfil; creemos que no necesite aclaración alguna ya que su sencillez está reducida al máximo.

Debido al esfuerzo cortante a que está sometido el puente, en algunos casos es necesario, o cuando menos prudente, colocar un egión en su empotramiento.

Figura 52 Andamio de mechinales.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

- ANDAMIOS COLGADOS

Muy empleados para remates, pintura y demás operaciones complementarias de acabados de fachadas.

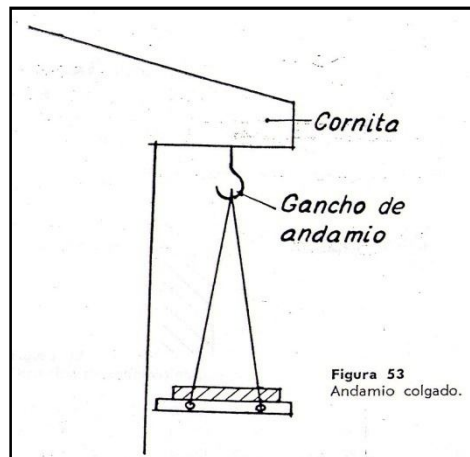
La constitución de estos tipos de andamios es sumamente sencilla, y se reduce a unos tablonces armados con una barandilla y colgados del alero del edificio en los llamados ganchos de andamios, colocados en el alero de antemano, para tal fin.

El ideal para estos andamios es disponer de un torno de mano, de los que hemos descrito en el apartado correspondiente, para poder subirlo o bajarlo a voluntad de los operarios. Cuando no se dispone de este mecanismo se sustituye mediante poleas.

En la figura 53 podemos apreciar uno de estos andamios que aunque no hemos citado en la clasificación de los ordinarios del principio, hemos decidido incluirle

aquí como extraordinario, toda vez que es construido siempre por el mismo trabajador.

Figura 53 Andamio colgado.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

1.4 ANDAMIOS ENSAMBLADOS Y SUS CLASES¹⁹

Al hablar y describir en el anterior tema a los andamios ordinarios hemos tocado modelos que se asemejaban e identificaban como los ensamblados, tema que ahora nos ocupa; por ello hemos de considerar a los **ANDAMIOS ENSAMBLADOS** como una continuidad, más perfecta, de los **ANDAMIOS ORDINARIOS**, y decimos que más perfecta en cuanto que allí los andamios que se construían eran muy sencillos y armados por el mismo obrero, siendo los elementos de unión rápidos de ejecutar (atado, etc.) y en éstos de que nos ocupamos ahora interviene la mano de obra de un especialista en el tema: el carpintero de armar y, en consecuencia, la perfección es mucho mayor que en los anteriores.

¹⁹ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Lo mismo hemos hecho para el estudio de los andamios ordinarios, vamos a llevar a hacer ahora con los ensamblados. Por ello clasificaremos previamente para su estudio.

Una advertencia que hemos de hacer es que debemos tomar al pie de la letra la denominación de “ensamblados”, cuya definición hemos dado anteriormente en el epígrafe de ENSAMBLADURAS, y que decimos que no debe tomarse esta denominación literalmente, porque caben en este tema el clavado, empalme por clavado, etc. Y no exclusivamente el ensamblado.

Los andamios ensamblados pueden dividirse en las siguientes clases:

- Fijos o de pie
- Fijos volados
- Sobre tornapuntas
- De báscula
- Volantes

ANDAMIOS ENSAMBLADOS FIJOS DE PIE²⁰

Este tipo de andamios es que en el capítulo anterior hemos designado con el nombre de ANDAMIO DE ALMAS, la diferencia entre aquél y éste es que en éste las ataduras se han sustituido por ensambles o clavado, adquiriendo más fortaleza en la estructura.

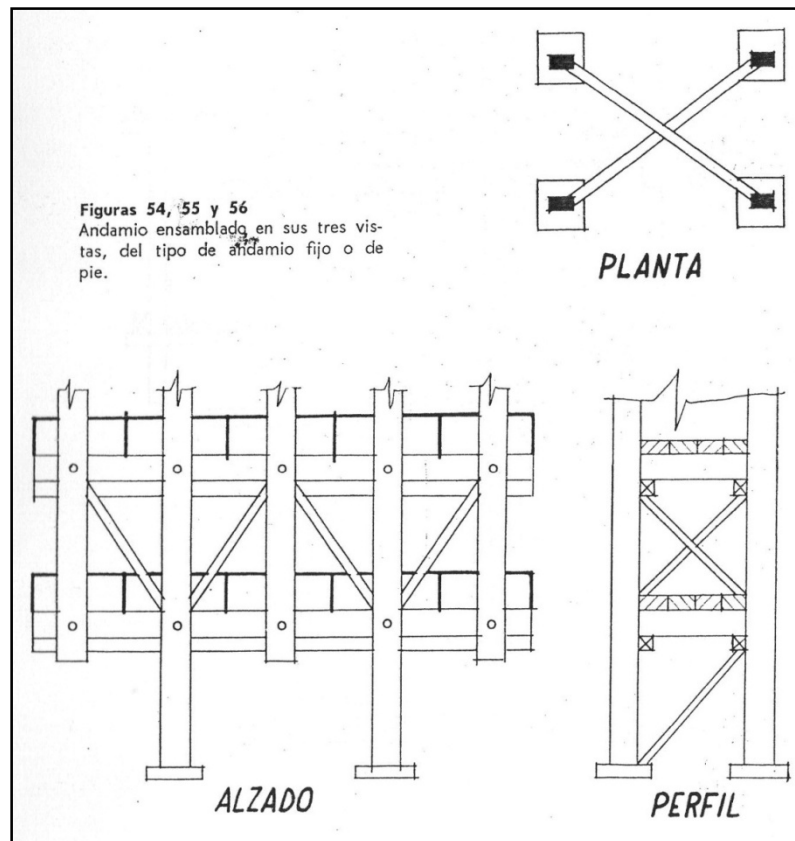
Además, con estos andamios se obtiene mayor diafanidad en la planta baja, donde las almas descansan sin arriostrar. Sobre los dos pares de almas que forman estos andamios van debidamente ensambladas las traviesas y los puentes, y sobre los puentes se coloca el entramado de andamio. El sistema de

²⁰ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

arriostramiento en el resto del andamiaje no varía, siendo por tanto las clásicas Cruces de San Andrés, reforzado en algunos casos con jabalcones, contravientos o tornapuntas.

En las figuras 54, 55 y 56 se pueden apreciar varios andamios de este tipo, y por lo tanto remitimos allí al lector para su estudio, el cual creemos no ofrece dudas.

Figura 54, Figura 55, Figura 56 Andamio ensamblado en sus tres vistas, del tipo fijo o de pie.

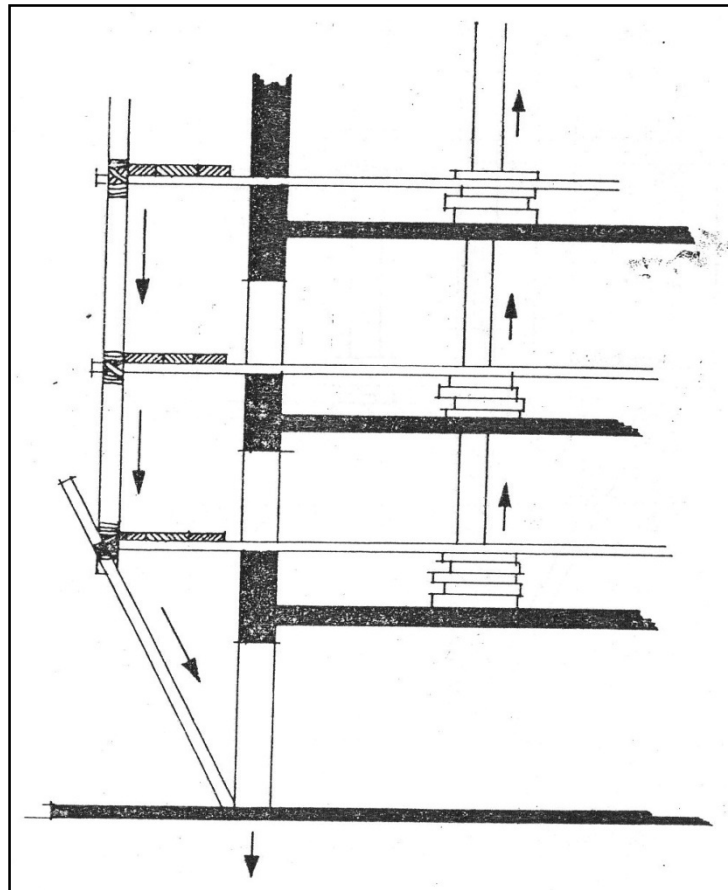


Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

ANDAMIOS FIJOS VOLADOS²¹

Son de constitución y forma muy parecida a los anteriores, su empleo se debe a la necesidad de obtener más espacio libre en la acera sobre la que va situado, espacio que se logra con este tipo de andamio, reduciendo los apoyos como se puede apreciar en la figura 57.

Figura 57 Andamio ensamblado, fijo volado.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

En los andamios fijos volados se observa la única diferencia con los andamios fijos de pie, que mientras en los primeros las almas llegan todas a apoyar en el suelo,

²¹ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

en estos últimos tan sólo llegan una sí y otra no, es decir, la mitad de las almas llegan al suelo, mientras que la otra mitad se queda a la altura de la primera planta, redundando en espacio libre sobre la acera.

Como consecuencia de esta modificación el andamio se altera en unos aspectos:

Las almas que apoyan en el suelo vienen con un exceso de carga y es necesario reforzarlas, por ello se les debe de dar más escuadría.

El arriostramiento debe dirigir las fuerzas, flechas en la figura 57, tal como se indica en el mismo, que es cómo actúan las cargas. Conservando en este nuevo tipo de andamio estas disposiciones, nada debemos temer por su reducción de almas en la planta baja.

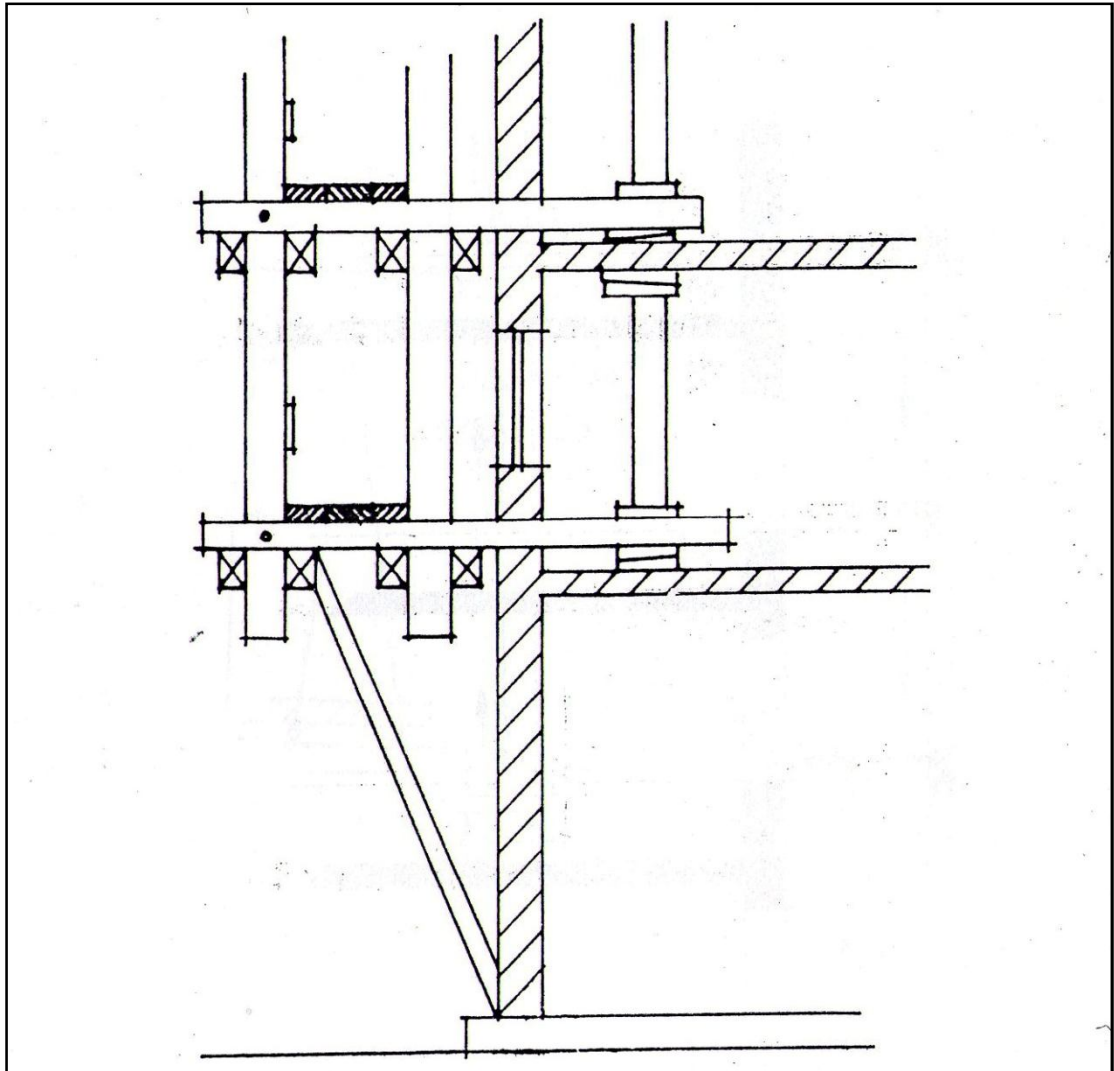
ANDAMIOS SOBRE TORNAPUNTAS²²

Se usan cuando interesa no interceptar el paso por la calle en absoluto o en gran parte, con este tipo de andamio se suple el apoyo de las almas mediante tornapuntas colocados en forma adecuada.

En las figuras 58 y 59 se pueden observar dos disposiciones distintas de este modelo, las soluciones difieren ligeramente, y en las dos se soluciona el problema de espacio totalmente, aunque más perfectamente con el del modelo de la figura 59.

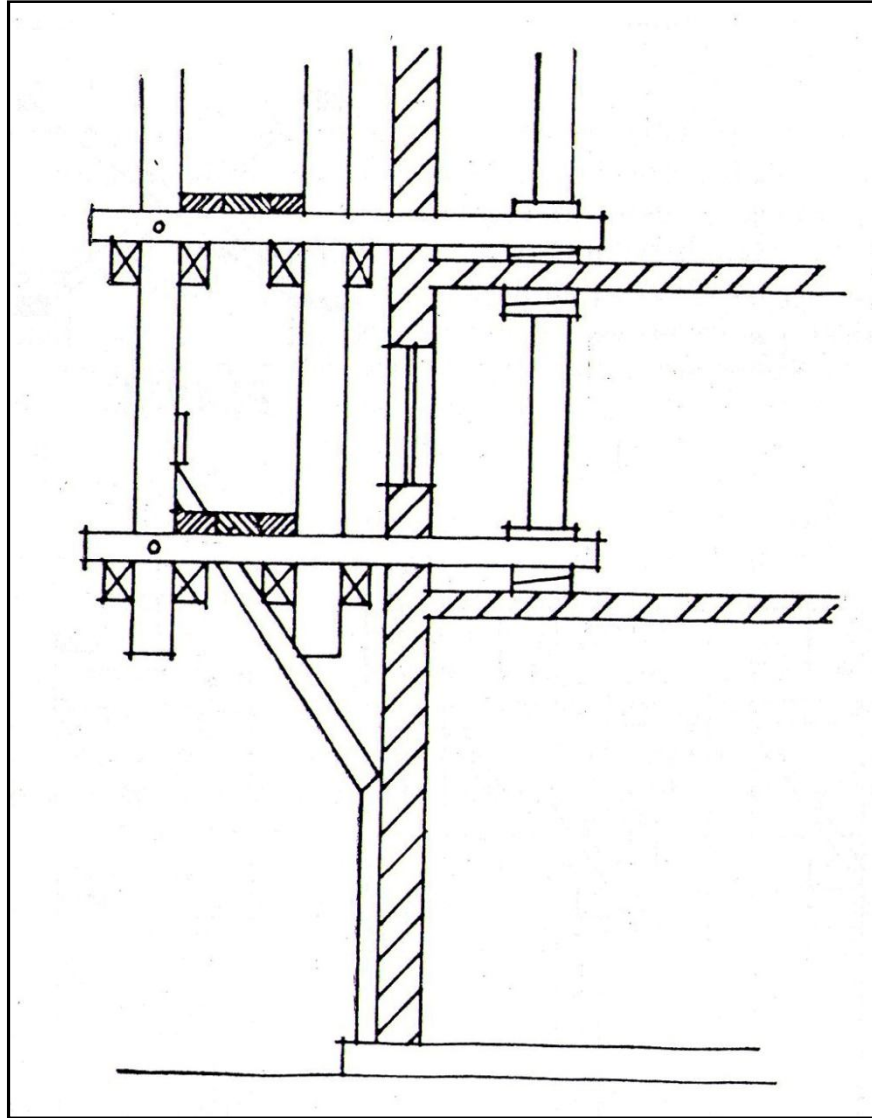
²² Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Figura 58 Andamio sobre tornapuntas. Este modelo no deja mucho espacio libre sobre la acera, ya que la tornapunta ocupa bastante espacio.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Figura 59 Andamio sobre tornapuntas que difiere del modelo de la figura anterior en la forma de colocación de las tornapuntas, a fin de que quede sobre la acera todo el espacio libre.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

ANDAMIOS DE BÁSCULA²³

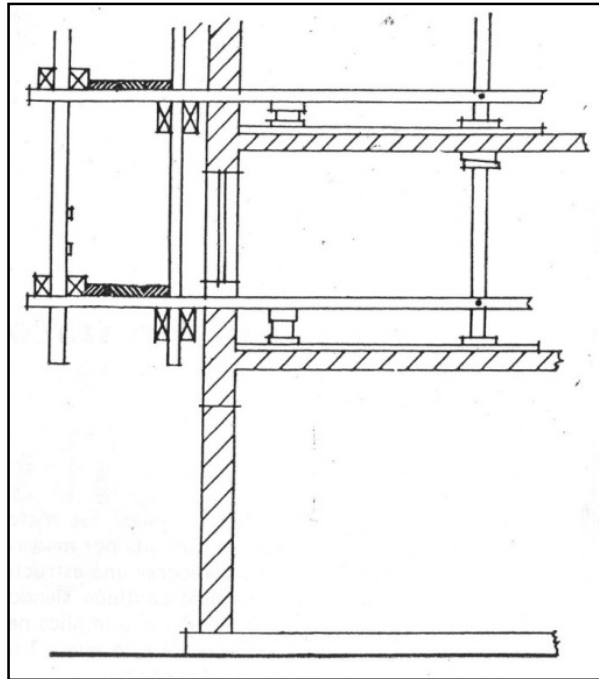
En busca de la total diafanidad en la planta baja, que hemos visto no existía en los modelos que acabamos de comentar en páginas precedentes, se llegó a un modelo de andamio, en el cual se prescinde totalmente de la planta baja para su construcción, arrancando de la primera planta, es el llamado **andamio de báscula**.

En el andamio de báscula el elemento sustentante son los forjados de los pisos, apuntalados de forma tal que impida “bascular” el tablero del andamiaje, de ahí su nombre.

En la figura 60 vemos un andamio de báscula, y en la figura 61, otro sistema más sencillo en ensamblajes exteriores y más seguro en el interior, donde va debidamente anclado al suelo del edificio, impidiendo así con mucha mayor seguridad el posible “basculamiento” del andamio.

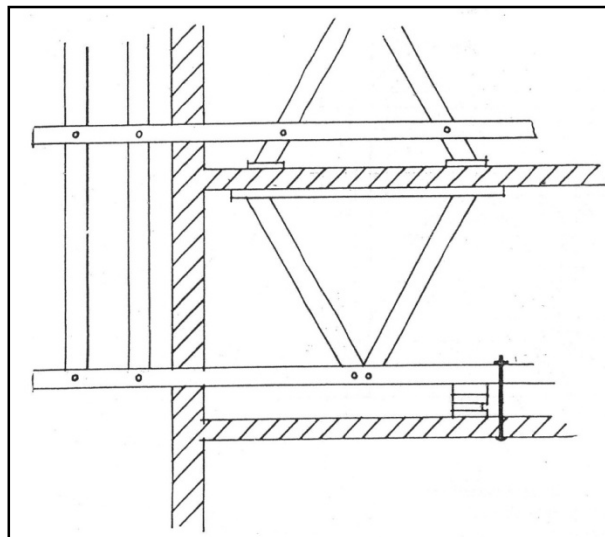
²³ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Figura 60 Andamio de báscula.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Figura 61 Andamio de báscula.



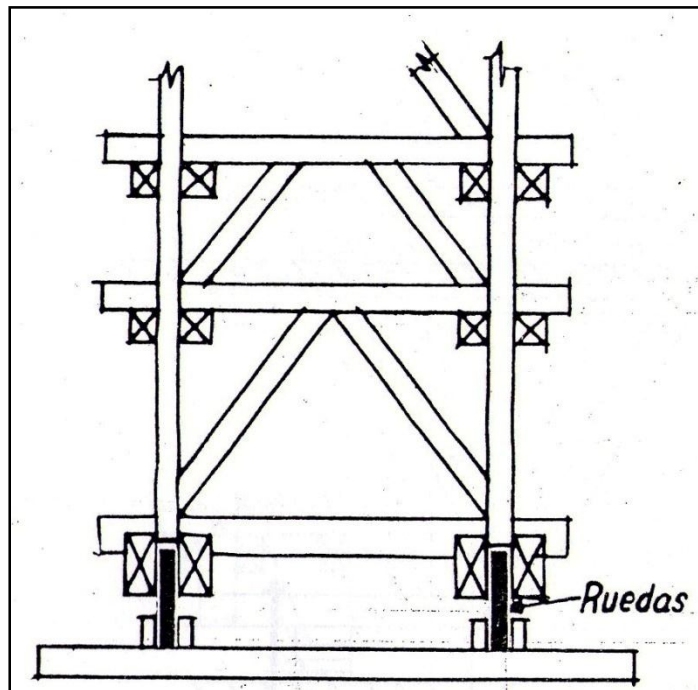
Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

ANDAMIOS VOLANTES²⁴

Consideramos “andamios volantes” aquellos que pueden ser trasladados de un punto a otro en la obra, mediante ruedas o cualquier otro procedimiento.

Claro está que este traslado debe poder ser efectuado sin necesidad de recurrir a su desarmado. El más característico andamio de este tipo es el que se instala sobre una vía metálica y por la cual se traslada, uno de ellos se puede observar en la figura 62.

Figura 62 Andamio volante.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

²⁴ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Y cerramos así este tema de **ANDAMIOS ENSAMBLADOS**, para comenzar con el estudio de una verdadera revolución en los andamiajes: El andamio que no se puede dividir en clases porque se adapta a la obra de diversas formas, todas ellas con gran belleza y de gran diafanidad: **EL ANDAMIO METÁLICO**, formado por la unión de tubos, enlazados mediante piezas especiales que permiten enlazarse en cualquier ángulo y dirección, con gran resistencia.

2. ANDAMIOS METÁLICOS

2.1 GENERALIDADES ²⁵

Todo lo tratado hasta ahora en el tema de andamios fue materia clásica, en la que estructura de andamiaje era formada por madera o una combinación de madera-hierro convenientemente dispuesta para lograr una estructura resistente para nuestro fin. Ahora el fin que se busca continúa siendo el mismo, pero la materia prima a tratar será el metal y ello implica necesariamente una serie de diferencias características de este nuevo material, y que son las que vamos a dar a conocer en las siguientes páginas.

Los andamios metálicos reciben la denominación de tubulares, ya que están formados por una serie de tubos enlazados entre sí por nudos o piezas diseñadas para tal propósito y capaces de recibir todas las posiciones y ángulos, como consecuencia de esto en los andamios metálicos no podemos hablar de “clases”, ya que la clase es única y lo que son innumerables son las soluciones que se pueden adoptar y todas ellas pueden resolver el problema que se plantee con eficiencia.

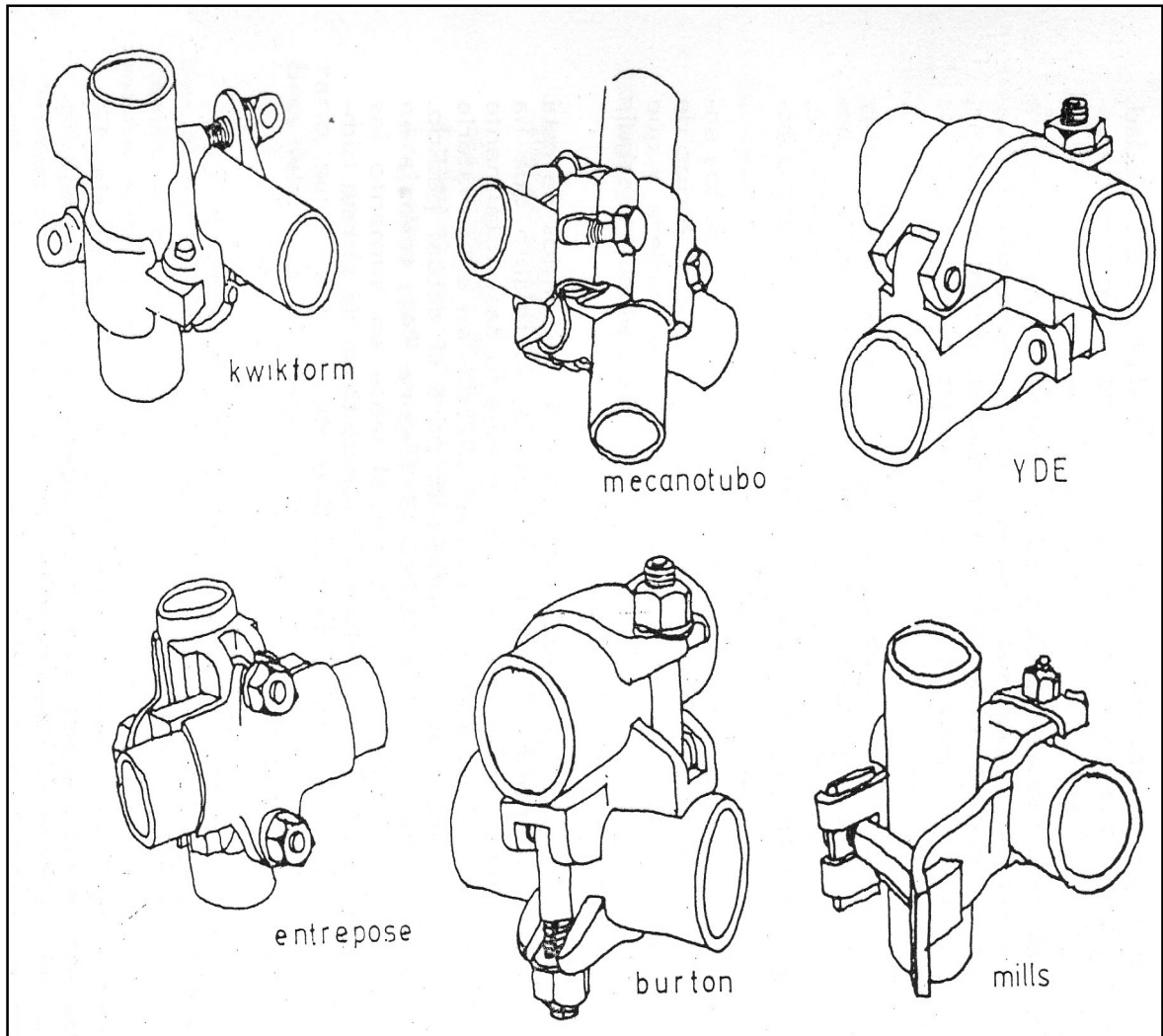
Para darnos una idea de la magnitud técnica de este sistema de andamiaje revolucionario, basta comparar una estructura de andamio lograda con metal con otra de madera aplicada al mismo caso; la diferencia de escuadrías de sus piezas nos asombra.

La clave de un sistema de andamiaje tubular está en la forma de realizar en el empale de los tubos que forman la estructura del andamio en sentido vertical como horizontal. Existen infinidad de sistemas y en las figuras 63 a 68, 69 a 74 y

²⁵ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

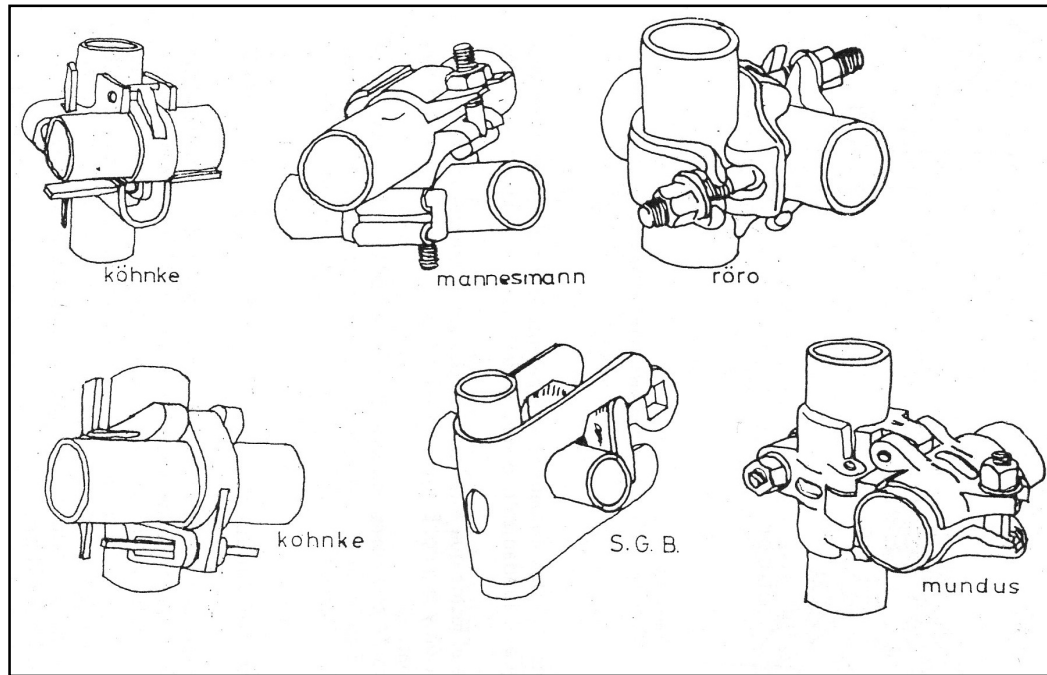
75, presentamos trece sistemas diferentes, indicando en cada una de dichas figuras el nombre del sistema al cual pertenece.

Figura 63, Figura 64, Figura 65, Figura 66, Figura 67, Figura 68 Diferentes sistemas de uniones para andamios metálicos.



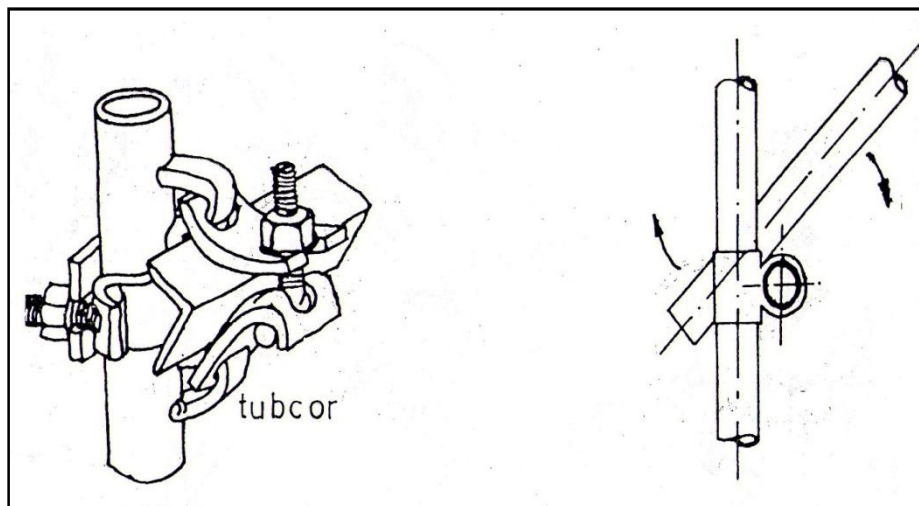
Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Figura 69, Figura 70, Figura 71, Figura 72, Figura 73, Figura 74 Diferentes sistemas de uniones para andamios metálicos.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Figura 75 Diferentes sistemas de uniones para andamios metálicos.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Cada uno de estos empalmes está patentado y trabaja de modo distinto, aunque el fundamento podemos decir que es el mismo en todos ellos.

Puede observarse que estas uniones pueden efectuarse tomando cualquier dirección y ángulo. El apriete de los tubos se efectúa mediante tornillos o cuñas.

La figura 74 de la patente MUNDUS es una de las más usadas en la construcción de andamios metálicos.

2.2 ANDAMIOS TUBULARES²⁶

Con los andamios tubulares llegamos a un grado de perfeccionamiento pasmoso, enriqueciendo al mismo tiempo técnicamente esta parte tan importante de la construcción.

Con el andamio tubular se logra un aumento muy importante en productividad y seguridad.

En el andamio tubular no existen clases, tal como decíamos en el anterior tema, y la razón de esto es su fácil adaptación a cualquier obra. Los tubos son generalmente ricos en acero, por lo que se puede calcular con los coeficientes de este material y asegurarnos de su resistencia para el peso a soportar y sus esfuerzos. A la ventaja apuntada se unen el poder conseguir espaciosos y cómodos entramados son pérdida de diafanidad, por lo que tanto se luchaba en los andamios de madera, sin llegar a soluciones definitivas.

A pesar de todo lo dicho acerca de ellos, los andamios metálicos son de fácil y rápido montaje, ya que sus uniones vienen preparadas convenientemente, sin necesidad de perder tiempo en clavado u otro empalme, sus piezas o tubos son

²⁶ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

muy ligeros, a pesar de su resistencia, y sus gastos en mano de obra son mínimos.

Otra de las ventajas de este tipo de andamio es su duración, muy grande en comparación con la madera; cualidad que junto con los ahorros en montaje y desmontaje de los andamios, así como el transporte, los suelen hacer una inversión muy rentable para el grande y mediano constructor.

En segundos términos podemos apuntar otra cualidad más de los andamios tubulares, y es la buena apariencia que se logra con este tipo de andamios, evitando la poca esbeltez de los andamios de madera y que quitan mucha vista a la obra, dificultando sobremanera el poder seguir la marcha de la obra, cuando nos pudiera interesar.

Por todas las cualidades apuntadas en esta clase de andamios se está imponiendo a pasos gigantes el uso y comercialización de este tipo de sistemas, así como el gran número de casas matrices especializadas en esta materia también se ha incrementado.

2.2.1 SISTEMA TUBULAR MUNDUS²⁷

Para la construcción de estos andamios se deben observar las mismas reglas dadas para los otros tipos de andamiajes: una construcción técnicamente perfecta, observar la resistencia adecuada a los esfuerzos que han de recibir y soportar y tener en cuenta lo dicho sobre seguridad tanto para el público y obrero para evitar posibles accidentes.

²⁷ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Los andamios tubulares admiten una clasificación única, pero no con arreglo a la forma de su disposición como hacíamos con los demás sistemas, sino con arreglo al trabajo que realizan, y esta clasificación puede ser la siguiente:

- Andamios de trabajo
- Andamios de protección
- Andamios de sustentación o de soporte

A partir de esta división o clasificación primaria podemos desarrollar otras subdivisiones, para comentar cada división primaria.

ANDAMIOS DE TRABAJO

Vamos a clasificar los andamios de trabajo a su vez en:

- Andamios de albañilería
- Andamios de reparaciones
- Andamios para elevación

Los andamios de trabajo son aquellos que tienen que sostener al operario, sus útiles o herramientas y los materiales a emplear en aquel momento; los nombres de su subdivisión se deben a:

En el andamio de albañilería, porque han de soportar a los albañiles con el ladrillo de cada hilada cuando menos, sus herramientas, mortero y demás útiles de trabajo, soportando en algunas ocasiones al ayudante del albañil.

El andamio de reparaciones es el que se emplea en trabajos de menor cuantía. Como indica su nombre, han de sustentar al operario y reducido equipo de herramientas. Sostiene por lo tanto mucho menos peso que el anterior.

El andamio de elevación es aquel que sirve de soporte a elementos de elevación de materiales, como pueden ser montacargas, etc.

ANDAMIOS DE PROTECCIÓN

Vamos a estudiar ahora la subdivisión de andamios protectores, entendiendo por estos los que sirven de protección al personal que trabaja sobre ellos y a los transeúntes que circulan por las aceras donde está situado.

Se dividen en dos clases:

- De protección al obrero
- De protección al público

Los primeros, **andamios de protección al obrero**, garantizan la seguridad del mismo, impidiendo la caída de él y de sus herramientas. Los segundos, **andamios de protección al público**, son viseras que impiden que caigan al suelo materiales o herramientas que puedan herir a las personas ajenas a la obra.

ANDAMIOS DE SUSTENTACIÓN

Están enclavados en nuestra división de tercer lugar, de éstos no vamos a hacer ninguna subdivisión y diremos que son aquellos que aguantan elementos de la obra, mientras éstos no puedan sostenerse por sí mismos.

Esta denominación es, en realidad, impropia, ya que no se puede considerar como andamios, tal como los hemos conceptualizado nosotros al comenzar este manual, pues en realidad se consideran como: Apuntalamientos de encofrado, cimbras, etc.

2.2.2 APLICACIONES DE ANDAMIOS TUBULARES MUNDUS²⁸

EN FACHADAS

Llamamos andamios de fachada a todas aquellas estructuras de andamiaje que se colocan paralelas a la fachada y, en algunos casos, ancladas a ella, sirviendo para su reparación o para su construcción.

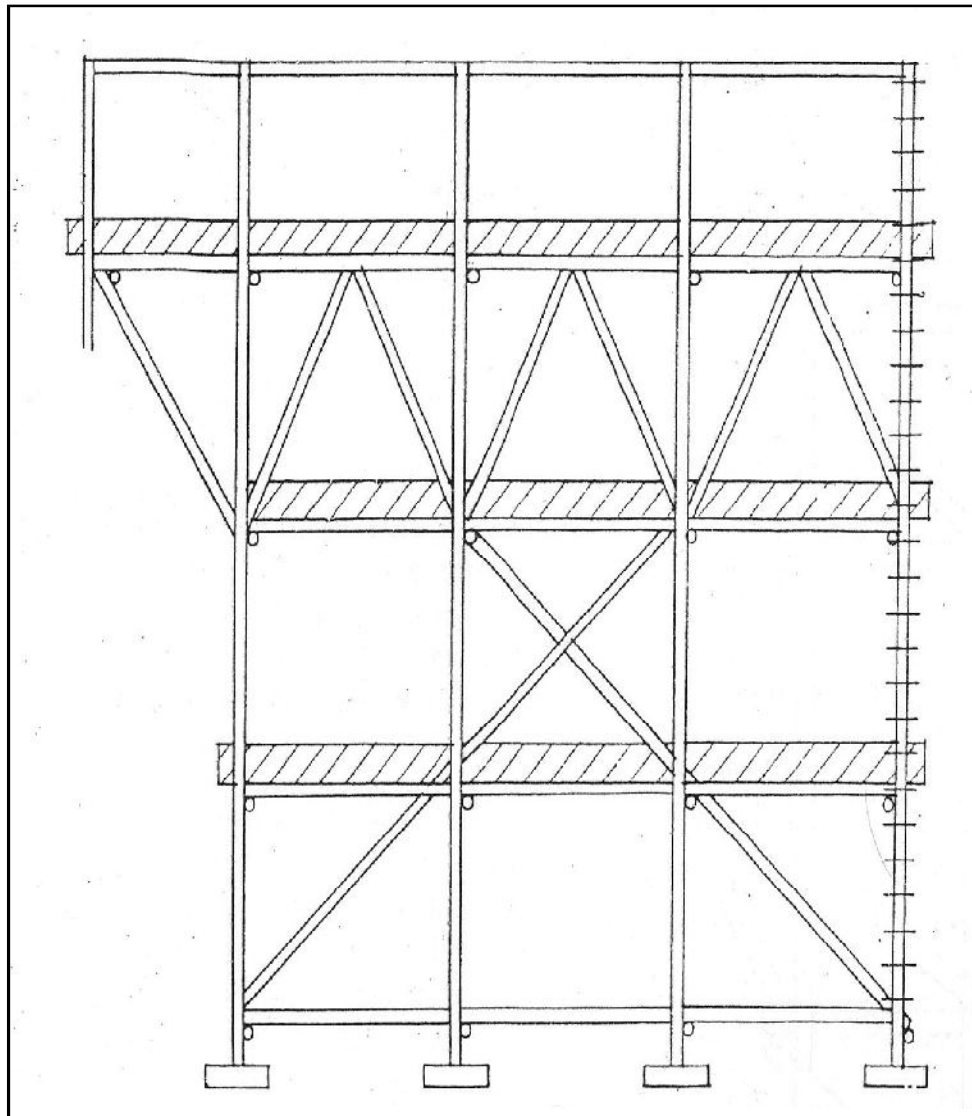
En la figura 76 podemos ver un andamio de fachada en su vista de alzado, y en la figura 77 podemos ver otro andamio tubular de fachada, en su vista de perfil y con valla sustentadora que impide la caída de los materiales y herramientas a la acera.

Como se puede apreciar en las figuras 76 y 77, estos andamios están formados por los soportes, uno exterior lejano a la línea de la fachada, y otro interior cercano a la misma, de uno a otro soporte van los puentes y, sobre éstos, el entramado del andamio; éste es esquemáticamente el sistema. Todos los elementos van enlazados con nudos articulados de los estudiados en el tema de andamios metálicos, y convenientemente arriostrados.

No creemos que en la práctica los lectores encuentren dificultad a la hora de armar un andamio tubular, pues aparte de los conocimientos que con la lectura del presente manual puedan obtener sobre ellos, su proveedor de la marca en particular nos proporcionara la información conveniente para cada caso. Por otra parte, al ser sumamente sencilla su constitución las dificultades son mínimas.

²⁸ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

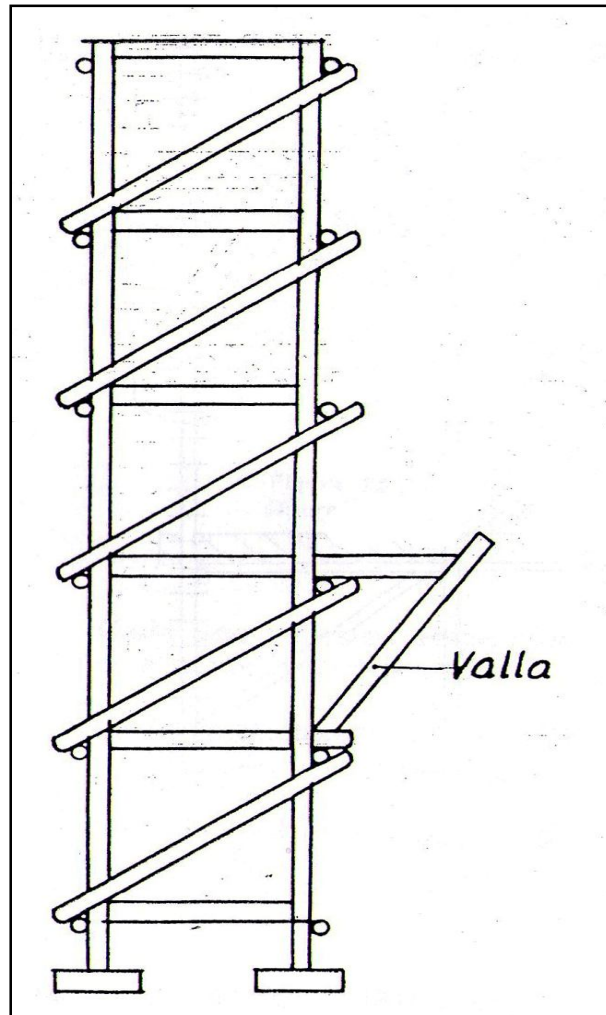
Figura 76 Andamio tubular de fachada (alzado).



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

Figura 77 Andamio tubular de fachada con valla protectora para evitar caída de materiales a la acera (perfil).



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

EN INTERIORES

Este tipo de andamios tubulares no varía gran cosa de los ya estudiados para fachadas, sólo que en él su apoyo es en suelo o forjado de los pisos. Su objeto es la reparación de techos y paredes del local u edificación se coloquen, por lo que

este andamio ha de adaptarse en todo a la forma de la edificación donde se efectúen las obras.

Este tipo de andamios pueden ocupar todo o parte del local, en cualquiera de estos casos debe de estar arriostrado, y si los vanos a salvar son muy grandes deben de ser colocados soportes adecuados. En cuando a las riostras de este tipo de andamios, fácilmente comprenderemos que no necesitan tantas, ni tanto cuidado, como en los de fachadas, ya que no sufren por el rigor del viento.

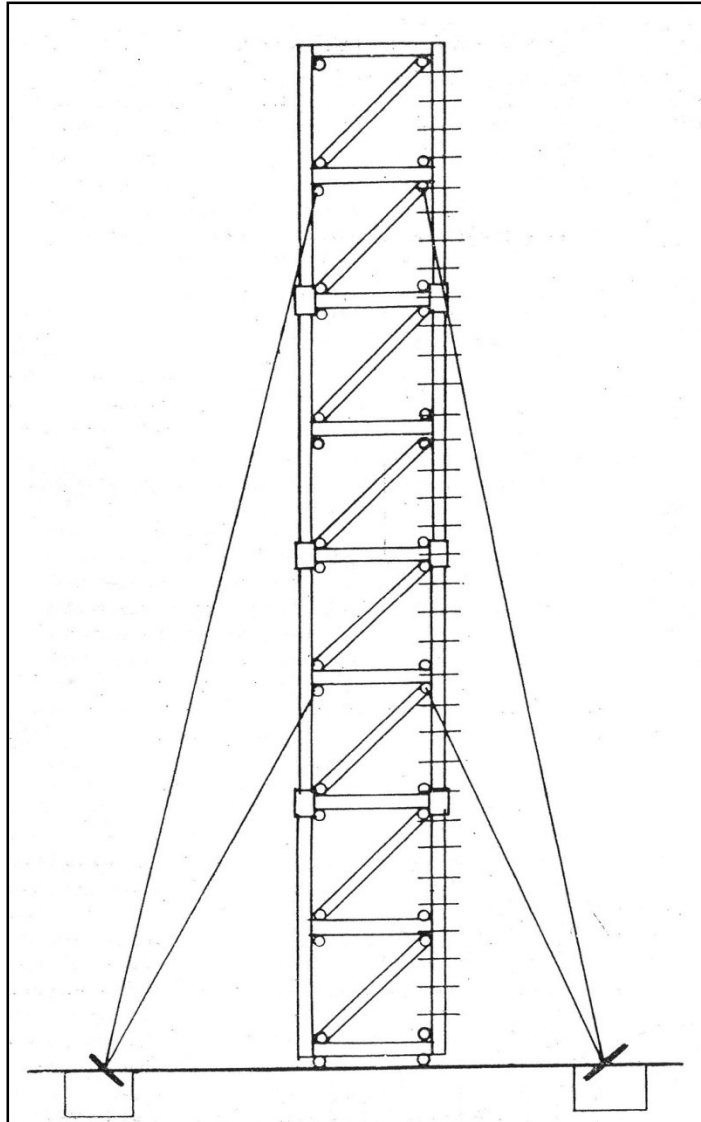
TORRES

No hemos querido designar e título de este apartado con el de “andamios de torres” tan común; por no ser adecuado ni concordante con la acepción que en este manual hemos empleado para la palabra “andamio”, por lo tanto vamos a decir de las torres, únicamente que son elementos de gran esbeltez y medios auxiliares del constructor muy precisos.

Suelen ser realizadas para el trabajo en la construcción de chimeneas, montacargas o iluminación.

El mayor problema de estas torres es lograr su estabilidad. El viento es el enemigo primero y más insistente con el que hay que enfrentarse en estas construcciones. Contra el viento estas torres van debidamente arriostradas mediante cables anclados en hormigón, en algunas ocasiones van lastradas en su base. Un modelo de torre se puede observar en la figura 78.

Figura 78 Andamio tubular tipo torre.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

Este problema que, como indicábamos es el más característico de estas torres, no lo tenemos cuando las torres van rodeando una chimenea, porque en este caso van debidamente sujetas a la chimenea mediante arriostramiento. Si sólo fuera la

torre a un lado de la chimenea el peligro existe, pero en menor cuantía que si la torre va aislada.

TORRES MÓVILES

No queremos cerrar este capítulo son reseñar de la existencia de las torretas móviles, que en realidad no son más que torres de altura reducida y provistas de ruedas para su traslado, que se hace generalmente sobre carriles dispuestos en el lugar donde han de trabajar o también de las torres plegables vehiculares.

Cuando estas torretas se instalan en exteriores hay que prever, no que el viento las vuelque como ocurría con las anteriores, pero sí que las pueda empujar haciéndolas rodar, trasladándose sobre la vía con peligro evidente de catástrofe.

Todos estos andamios tubulares se pueden adquirir mediante compra o alquiler; en cualquier caso se entregan al comprador o arrendatario planos con detalles para la construcción de los mismos, y el asesoramiento técnico preciso por parte de técnicos de la casa proveedora de los sistemas.

2.3 EJECUCIÓN DE ANDAMIOS²⁹

Ya hemos visto y conocido diversas clases de andamiajes; ya hemos recibido los consejos convenientes para una buena construcción de los mismos y los cuidados que la práctica nos aconsejaba. Ahora queremos presentar unas normas generales aplicables a nuestro país a las que hay que ajustarse para la perfecta ejecución de un andamio. Estas normas generalmente vienen dadas por: EL ICONTEC, EL MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL, LAS ASEGURADORAS DE RIESGOS PROFESIONALES ARPS, ENTRE OTROS.

²⁹ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Y además, debemos imponer nuestro criterio profesional de “hacer bien las cosas”, y las “cosas” que debemos hacer en un andamio han de regirse por estas normas que apuntamos y que en cada caso particular hay que adaptarse a la realidad del problema que se plantee.

En los andamios de madera este tema lo consideramos suficientemente tratado a lo largo de los temas anteriores dedicados a protección y seguridad en los andamios, y cuanto hemos dicho al respecto lo podemos aplicar a los andamios tubulares, pero vamos a añadir unas normas generales que en algunos casos nos servirán para andamios de madera y tubulares y en otros sólo para estos últimos.

Los tubos de los andamios tubulares tienen un diámetro de 48 mm, oscilando el grueso de la pared entre 2 a 4 mm de espesor; su material es el acero.

Los vanos entre soportes de los tubos anteriormente mencionados (que son los clásicos), nos darán una luz máxima de 3 metros, los tablonos del entramado de andamio serán de un grueso no menor de 5 cm. Si han de sostener los obreros y sus materiales; cuando además han de sostener cargas pesadas (montacargas u otro elemento de elevación, excesos de material, etc.), el espesor será de 7.5 centímetros.

El montaje y desmontaje de los andamios tubulares deberá efectuarse ante un técnico en la materia a ser posible, en caso de imposibilidad debe haber por lo menos un Técnico en Construcción presenciándolo. En el montaje se debe de procurar por el técnico director de obras un buen anclaje al edificio siempre y cuando sea posible.

Cuando el andamio debe de ser colocado en aceras de poblaciones, en el mismo debe de proveerse de una señalización adecuada, para evitar accidentes, a tal fin debe de instalarse en él, luz eléctrica con rojo para la noche, así mismo bandas pintadas con rojo que se ilumina fácilmente al ser enfocado. El mismo cuidado, o

más si cabe, deben tenerse en torres de cierta categoría, iluminando inclusive la parte superior cuando éstas alcanzan ciertas alturas.

Debe de prohibir el encargado de la obra de colocar montones de carga sobre los andamios, y evitar realizar turnos nocturnos sobre los mismos, a no ser que se ilumine convenientemente para evitar accidentes.

La responsabilidad total de un andamiaje va siempre a cargo del constructor del mismo, no pudiendo alegar éste desconocimiento por el que se rige cualquier fenómeno o circunstancia.

Cuando los andamios por su importancia lo requieran, se efectuará un proyecto del mismo, con memoria, planos y cálculo de las fuerzas que han de sostener, y una vez confeccionado se presentará a las autoridades competentes a fin de que autoricen su construcción.

2.4 CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS ANDAMIOS³⁰

En el epígrafe anterior hemos visto las normas que se debían observar para efectos legales en la ejecución de un andamiaje. En aquellas normas decíamos que teníamos que tomar como base para su elaboración además de los preceptos legales, la razón y sentido común, siendo con esto suficiente para lograr una buena ejecución del mismo.

El título de este tema nos indica que, además de aquellas prevenciones legales, cuyos signos son exteriores; debemos de guardar otras que son de carácter técnico, condiciones estas últimas ya tratadas con anterioridad, y que son:

³⁰ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

- Condiciones de resistencia de los andamios
- Estabilidad y rigidez
- Condiciones de seguridad para el público
- Condiciones de seguridad para los obreros

Estas condiciones han sido tratadas anteriormente, habiendo dedicado un tema a cada una de ellas, por ello las debemos tener en cuenta siempre.

2.5 OTRAS MODALIDADES DE ANDAMIOS

ANDAMIOS SOBRE CÚPULAS³¹

Este tipo de andamios es muy diverso y poco utilizado en la práctica; no es más, en esencia, que una modalidad especial de andamio, pero en este caso ha de ajustarse a la forma de la cúpula sobre la cual se apoya y la cual ha de ir perfectamente anclado con toda la perfección posible.

Su figura, de perfil, puede verse en la figura 79.

Las piezas esenciales en la composición de este andamios, son cuatro: Almas, puentes, jabalcones y riostras; no creemos que sea necesaria más explicación para que el lector pueda darse perfecta cuenta de la disposición de estos elementos, que, por otra parte, se pueden apreciar con toda claridad en la figura antes mencionada.

³¹ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Figura 79 Andamio sobre cúpula.

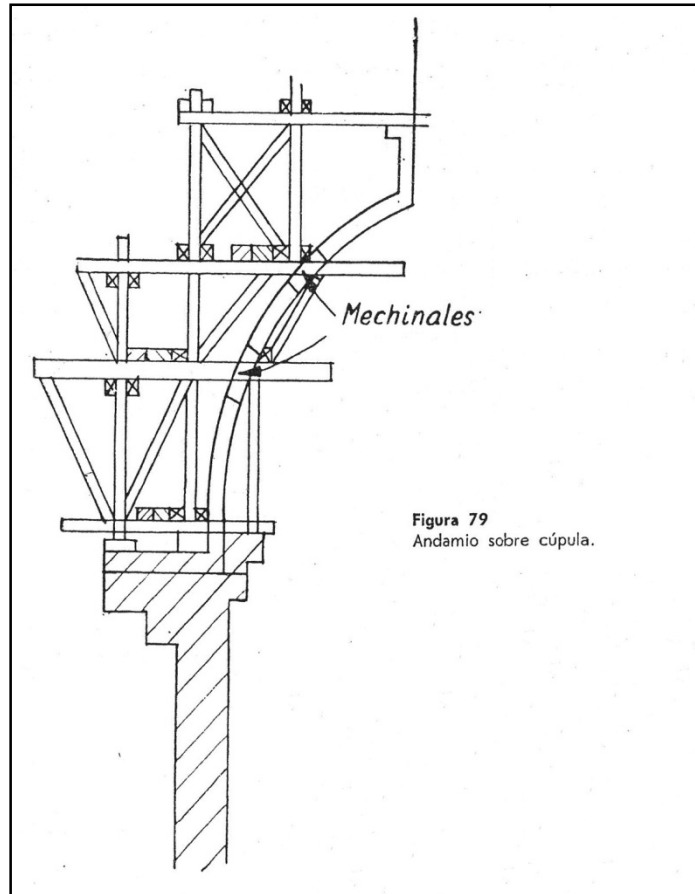


Figura 79
Andamio sobre cúpula.

Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

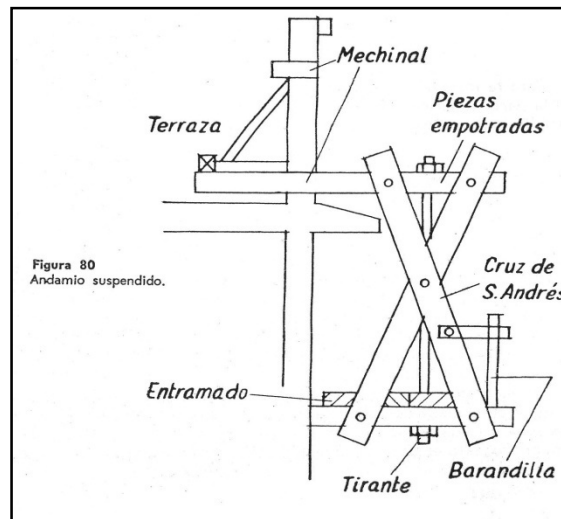
ANDAMIOS SUSPENDIDOS³²

Prácticamente este tipo de andamios no son nada aconsejables, y su uso se halla limitado a excepcionales ocasiones en las que no contamos con medios para efectuar reparaciones en los lugares en donde no podemos alcanzar si no es con un andamio de este tipo.

En la figura 80 presentamos un modelo de estos andamios suspendidos en su vista de perfil. Como se puede observar, en dicha figura el andamio va suspendido mediante unas piezas empotradas en unos mechinales y arriostradas por cruces que, con el auxilio de un tirante sostienen el entramado del andamio.

Otro tipo de estos andamios se puede observar en la figura 81, aunque este nuevo tipo no encaja en la denominación antes dada, y su verdadero nombre es el de **Andamio Colgado**, y no suspendido.

Figura 80 Andamio suspendido.



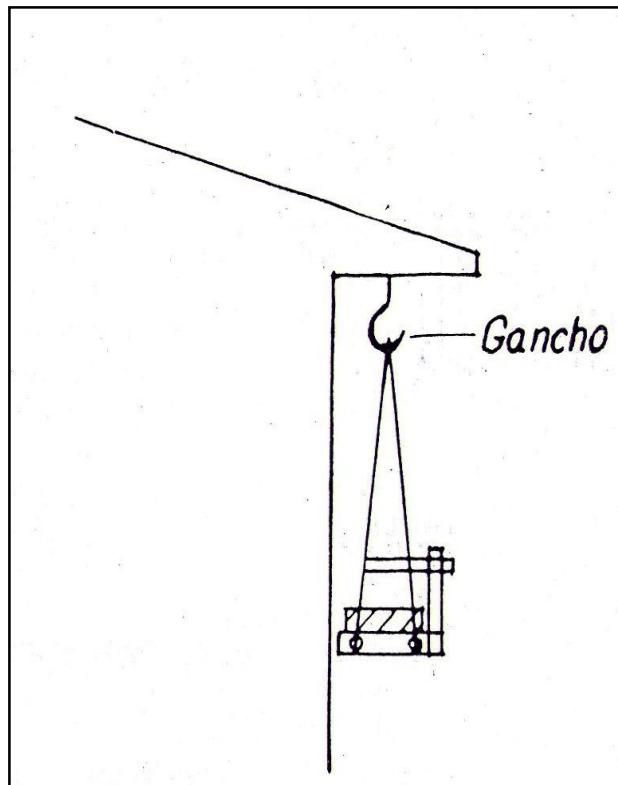
Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

³² Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Para la instalación de este andamio siempre se dejan unos ganchos en la parte superior del edificio donde se puede colgar el mismo. Su uso está limitado a reparaciones de fachada, pintura, frisos, instalación de ventanas, etc.

Figura 81 Andamio colgado



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.

José M. Ledo. 1970.

CASTILLETES³³

Son elementos de gran esbeltez constituidos por almas (generalmente cuatro, una en cada esquina), que van enlazadas con los puentes a determinadas alturas, que no deben de ser superiores a los 3.5 metros y arriostradas por las llamadas cruces de San Andrés.

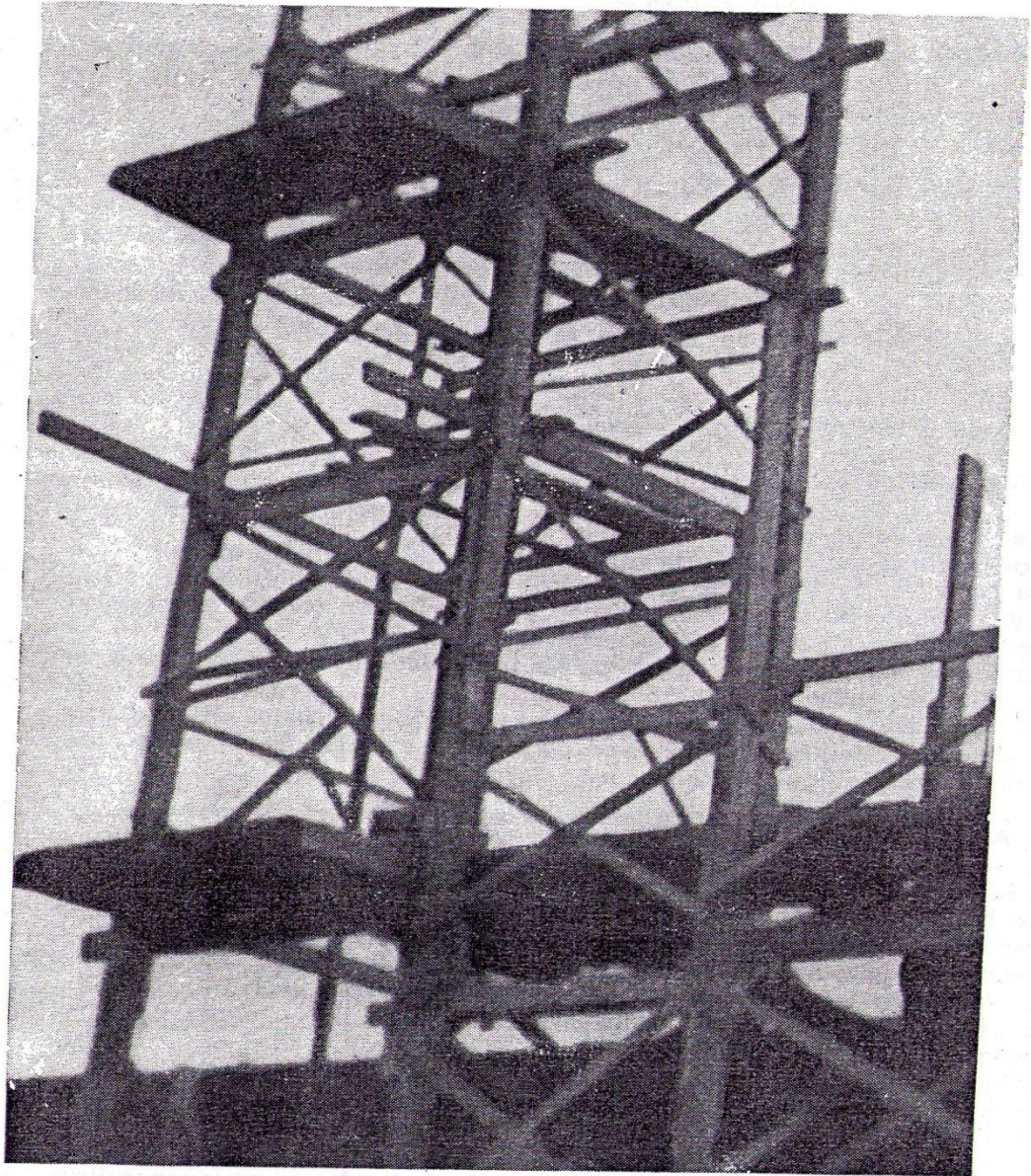
En una de las almas se dispone una escalera de acceso y los entramados van a distintas alturas, según se necesite para la marcha de la obra.

La figura 82 nos muestra un castillete de altura mediana, y en él podemos ver con claridad toda la estructura.

Anteriormente y bajo el nombre de torres, hemos estudiado estos elementos en el tema de Estructuras Tubulares, a él remitimos al lector que requiera más datos, ya que las normas son idénticas y si allí lo hemos designado bajo el título de TORRES Y TORRETAS, no ha sido más que para diferenciar en el momento su estudio los tubulares de los de madera.

³³ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Figura 82 Castillete para obra.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

CIMBRAS³⁴

Aunque no entran en la definición dada para la palabra “andamio” en nuestro manual, vamos a incluirla de manera leve, dado aquí toda vez que es una construcción de carácter provisional y propio del carpintero de armar cuando se construye en madera. Pero también se pueden encontrar algunas cimbras tubulares, mucho más diáfanas y elegantes.

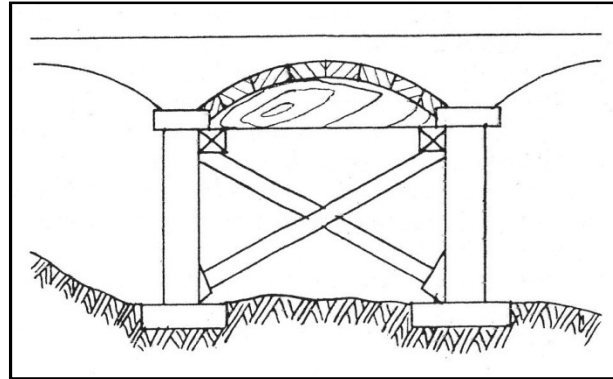
Con las figuras 83 y 84 se da una perfecta idea de las cimbras elementales, que son de formas muy diversas, toda vez que se han de ajustar a la forma de la obra que se requiera construir.

La figura 83 es una cimbra en madera para un puente y la figura 84 es la misma cimbra elaborada con elementos metálicos tubulares.

Tal como acabamos de indicar, las cimbras son construcciones de carácter provisional, y por lo tanto las reseñábamos aquí aunque con carácter de brevedad; la misión de estos elementos en la obra son el de sostener el forjado hasta que éste se endurezca lo suficiente para sostenerse por sí solo, siendo entonces cuando se procede al descimbrado, operación que se ha de hacer con mucho cuidado a fin de evitar que se afecten algunas de las partes de lo que ha de ser la construcción definitiva. Las cimbras, como los andamios pueden ser utilizadas ininidad de veces, en función del material de que están construidas y de los cuidados que se tengan en su montaje y desmontaje.

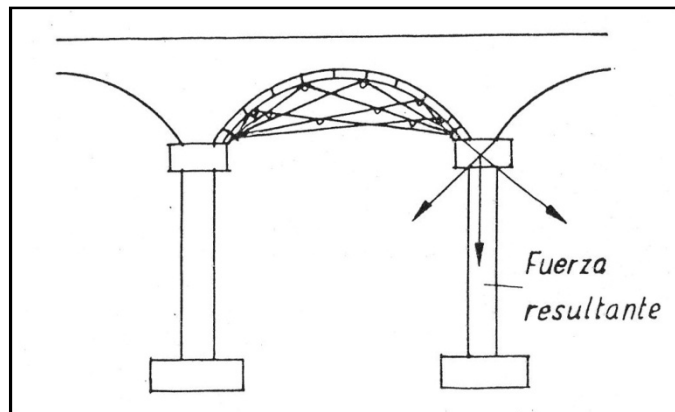
³⁴ Tomado del libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. José M. Ledo. 1970.

Figura 83 Cimbra de madera para puente.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

Figura 84 Cimbra tubular para puente.



Fuente: Libro Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones.
José M. Ledo. 1970.

3. FICHAS TÉCNICAS SISTEMAS DE ANDAMIOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO

IMPAC S.A. se fundó en 1977 como una empresa metalmecánica, teniendo como actividad principal la fabricación de elementos para la industria de la construcción.

La permanente búsqueda para mejorar los rendimientos en los procesos constructivos y la calidad en los acabados mantiene a la empresa en constante investigación y desarrollo de nuevos productos.

Actualmente ofrece servicio calificado y eficiente de diseño y asesoría, antes y durante la ejecución de los proyectos en las tres unidades de negocio: estructuras, formaletería y ventanería.

IMPAC S.A. fabrica formaletería metálica para vaciado de hormigón en muros, columnas cuadradas, rectangulares y cilíndricas, losas planas y nervadas, túneles, prefabricados y diseños especiales.

Además, ofrece una serie de accesorios complementarios para la construcción como: chapetas y gatos tensores, **andamios de carga y autoajustables**, barandas para puentes, entre otros.

3.1 EQUIPO SUMINISTRADO POR IMPAC³⁵

3.1.1 SISTEMA DE SOPORTE MULTIDIRECCIONAL

- Capacidad de carga máxima del vertical= 5.5 ton.

Foto 1 Armado sistema de soporte multidireccional.



Fuente: Registro fotográfico propio.

³⁵ Tomado del catalogo de productos de IMPAC S.A. en la página www.impac.com.co.

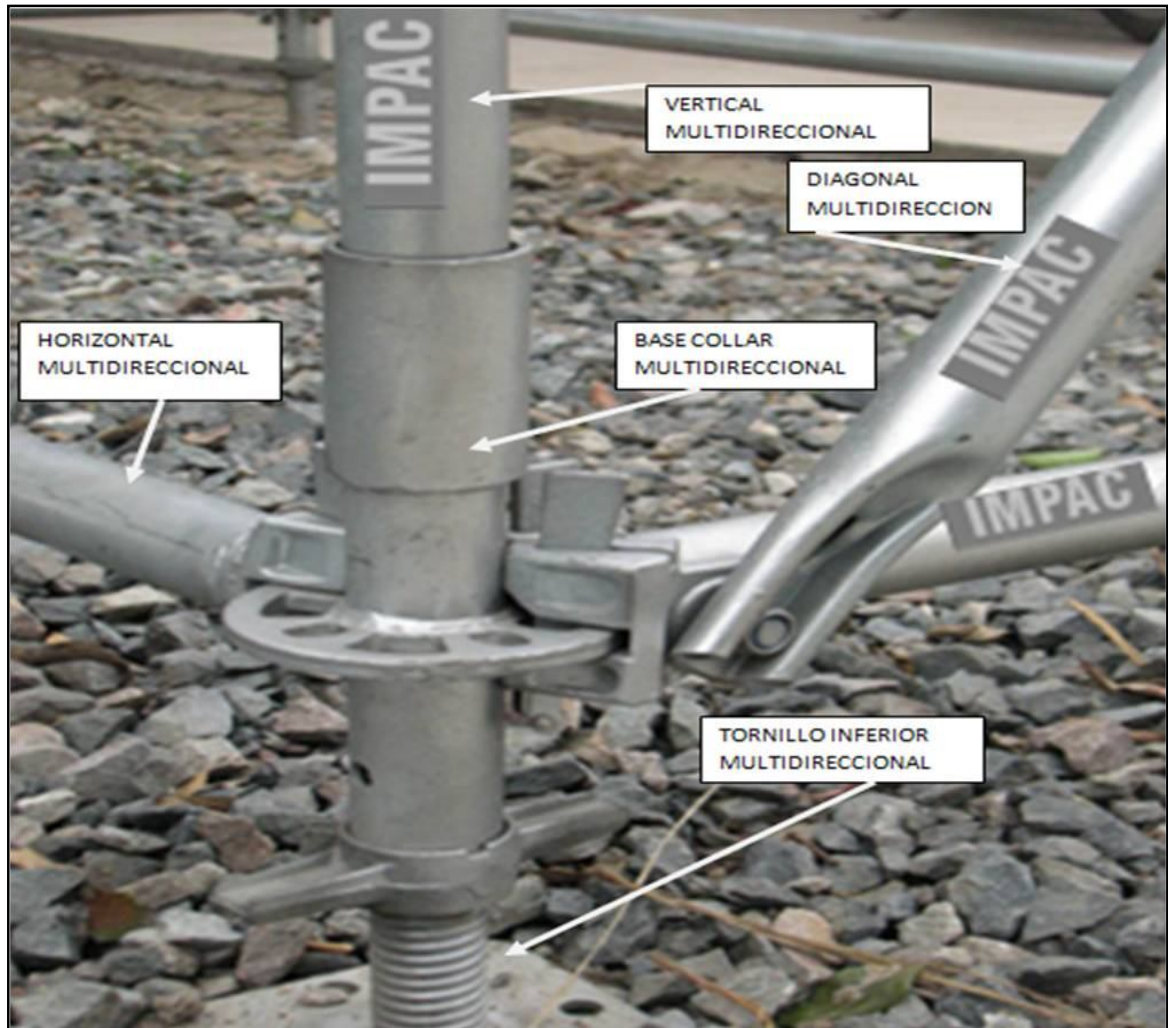
Foto 2 Sistema de soporte multidireccional.



Fuente: Registro fotográfico propio.

- **ELEMENTOS DEL SOPORTE**

Foto 3 Elementos del sistema de soporte multidireccional.

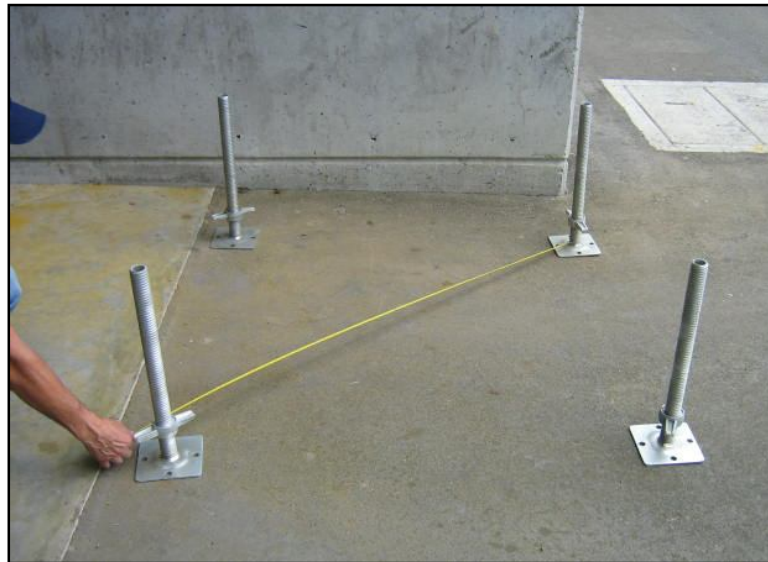


Fuente: Registro fotográfico propio.

- **ENSAMBLE DEL SOPORTE:**

PASO 1: Colocar los 4 tornillos inferiores multidireccionales sobre una superficie compacta o listones de madera.

Foto 4, Foto 5 Tornillos niveladores inferiores.



Fuente: Registro fotográfico propio.

PASO 2: Colocar la base collar encima de los tornillos inferiores multidireccionales.

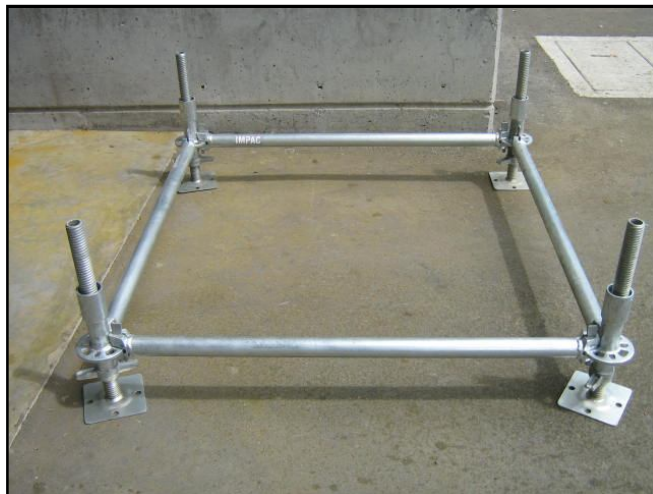
Foto 6 Collarín sobre tornillos niveladores inferiores.



Fuente: Registro fotográfico propio.

PASO 3: Conectar los horizontales multidireccionales a las ranuras pequeñas de las rosetas.

Foto 7 Instalación de horizontales multidireccionales.



Fuente: Registro fotográfico propio.

Foto 8 Ensamble de la cuña en la roseta.



Fuente: Registro fotográfico propio.

PASO 4: Verificar que la estructura este a escuadra y los horizontales multidireccionales nivelados.

Foto 9 Nivelación de horizontal multidireccional.



Fuente: Registro fotográfico propio.

PASO 5: Una vez nivelado y a escuadra se debe asegurar la estructura mediante un golpe seco en la cuña que se asegura en la roseta.

Foto 10 Golpe en la cuña.



Fuente: Registro fotográfico propio.

PASO 6: Colocar los verticales multidireccionales sobre las base collar.

Foto 11, Foto 12 Instalación vertical multidireccional.



Fuente: Registro fotográfico propio.

PASO 7: Colocar los horizontales de tal manera que la distancia con los inferiores sea mínimo de 1.50 m, para garantizar la capacidad máxima del vertical (5.5 ton).

Foto 13 Instalación horizontal multidireccional.



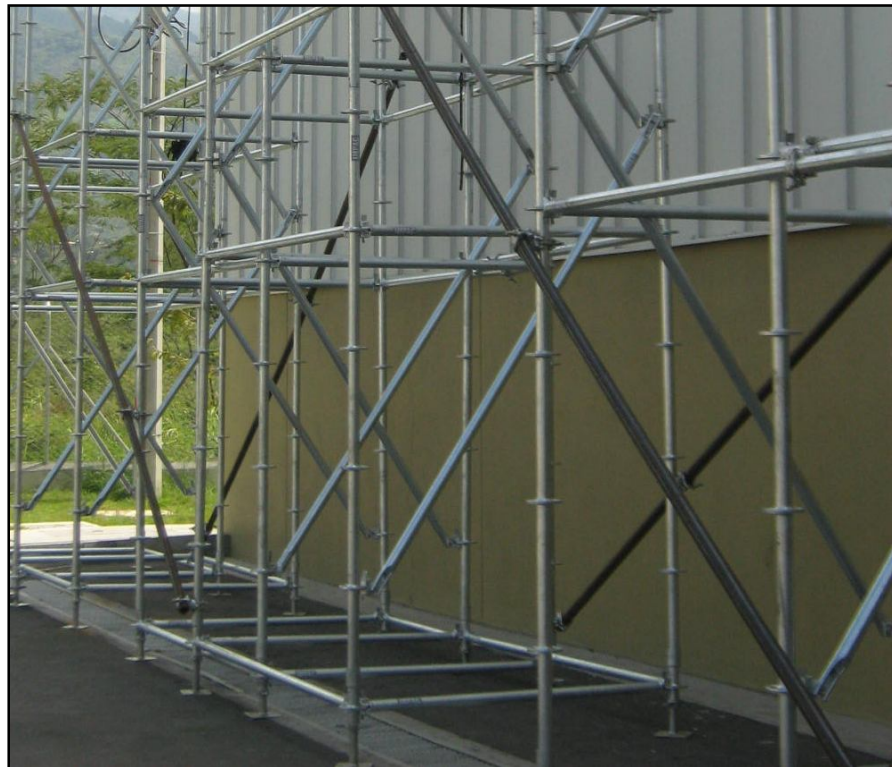
Fuente: Registro fotográfico propio.

PASO 8: Colocar las diagonales en las ranuras grandes de la roseta para rigidizar la estructura según alturas y cargas.

Foto 14 Colocación de las diagonales multidireccionales.



Foto 15 Sistema de soporte multidireccional ensamblado.



Fuente: Registro fotográfico propio.

• **ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL**

Aceros estructurales, en el caso de horizontales y verticales es Q345 o S355JO o ST52-3 y en el caso de diagonales Q235 o S235JR.

Tabla 8 Especificaciones del material del sistema de soporte multidireccional.

Equivalencia entre distintas normas

EN10025 (93)		DIN17100 (87)	UNE 36080 (90)	NF A35-501 (87)	BS4360 (90)	UNI 7070 (84)	SIS (75)	ASTM (96)	JIS G3101 (95)
S185	1.0035	St 33	A 310-0	A 33	-	Fe 320	141300-00	-	-
S235JR	1.0037	St 37-2	AE 235 B	E 24-2	40A	Fe 360 B	141311-00	A570 Grade 36	SS 330
S235JRG2	1.0038	RSt 37-2	AE 235 B FN	-	40B	-	141312-00		
S235JO	1.0114	St 37-3 U	AE 235 C	E 24-3	40C	Fe 360 C	-		
S235J2G3	1.0116	St 37-3 N	AE 235 D	E 24-4	-	Fe 360 D	-		
S235J2G4	1.0117	-	-	-	40D	-	-		
S275JR	1.0044	St 44-2	AE 275 B	E 28-2	43B	Fe 430 B	141412-00	A570 Grade 40	SS 400
S275JO	1.0143	St 44-3 U	AE 275 C	E 28-3	43C	Fe 430 C	-		
S275J2G3	1.0144	St 44-3 N	AE 275 D	E 28-4	43D	-	141414-00		
S275J2G4	1.0145	-	-	-	-	-	141414-01		
S355JR	1.0045	-	AE 355 B	E 36-2	50B	Fe 510 B	-		
S355JO	1.0553	St 55-3 U	AE 355 C	E 36-2	50C	Fe 510 C	-	A570 Grade 50	-
S355J2G3	1.0570	St 52-3 N	AE 355 D	-	50D	Fe 510 D	-		
S355J2G4	1.0577	-	-	-	-	-	-		
S355K2G3	1.0595	-	-	E 36-4	50DD	-	-		
S355K2G4	1.0596	-	-	-	-	-	-		
E295	1.0050	St 50-2	A 490	A 50-2	-	Fe 490	141550-00	-	SS 490
E335	1.0060	St 60-2	A 590	A 60-2	-	Fe 590	141650-00	-	-
E360	1.0070	St 70-2	A 690	A 70-2	-	Fe 690	141655-00	-	-

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE COLADA % según EN 10025														
	C		Mn	P	S	Si	N	C _{EV}						
	d≤16.00	16.00<d												
S185	-	-	-	-	-	-	-	-						
S235JR	≤0.17	≤0.20	≤1.40	≤0.045	≤0.045	-	≤0.009	≤0.35						
S235JRG2		≤0.17							≤1.60	≤0.045	≤0.045	≤0.35		
S235JO													≤0.040	≤0.040
S235J2G3													≤0.035	≤0.035
S235J2G4													≤0.035	≤0.035
S275JR	≤0.21	≤1.60	≤0.045	≤0.045	≤0.35	≤0.009	≤0.45							
S275JO	≤0.18							≤0.040	≤0.040					
S275J2G3								≤0.035	≤0.035					
S275J2G4								≤0.035	≤0.035					
S355JR	≤0.24	≤1.60	≤0.045	≤0.045	≤0.55	≤0.009	≤0.45							
S355JO	≤0.20							≤0.040	≤0.040					
S355J2G3								≤0.035	≤0.035					
S355J2G4								≤0.035	≤0.035					
S355K2G3								≤0.035	≤0.035					
S355K2G4								≤0.035	≤0.035					
E295	-	-	-	≤0.045	≤0.045	-	≤0.009	≤0.45						
E335	-	-	-	≤0.045	≤0.045	-	≤0.009	≤0.45						
E360	-	-	-	≤0.045	≤0.045	-	≤0.009	≤0.45						

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS según EN 10025						
	Re (N/mm ²)		Rm (N/mm ²)		Resiliencia Charpy	
	d≤16.00	16.00<d	d<3.00	3.00≤d	(°C)	(J)
S185	≥185	≥175	310-540	290-510	-	-
S235JR	≥235	≥225	360-510	340-470	20	≥27
S235JRG2					0	
S235JO					-20	
S235J2G3						
S235J2G4						
S275JR	≥275	≥265	430-580	410-560	20	≥27
S275JO					0	
S275J2G3					-20	
S275J2G4						
S355JR	≥355	≥345	510-680	490-630	20	≥27
S355JO					0	
S355J2G3					-20	
S355J2G4						
S355K2G3						≥40
S355K2G4						
E295	≥295	≥285	490-660	470-610	-	-
E335	≥335	≥325	590-770	570-710	-	-
E360	≥360	≥355	690-900	670-830	-	-

Fuente: Tomado del catálogo de productos de IMPAC S.A. en la página www.impac.com.co.

ELEMENTOS VERTICALES: Elaborados con tubería estructural de diámetro equivalente Φ 48.3 * 3.5mm y una superficie de galvanizado en caliente de 80 micras en promedio.

Foto 16, Foto 17 Elementos verticales del sistema de soporte multidireccional.

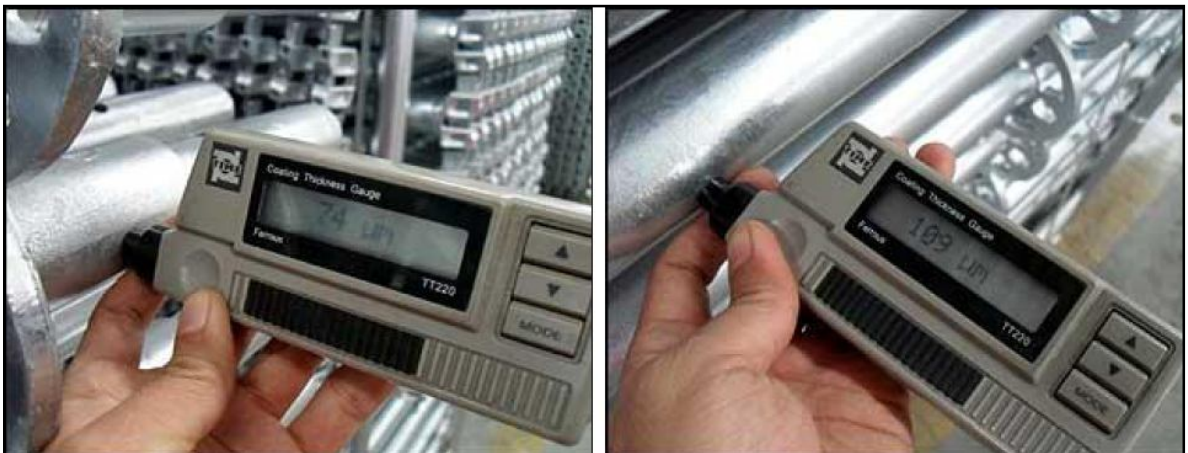




Fuente: Registro fotográfico IMPAC.

ELEMENTOS HORIZONTALES: Elaborados con tubería estructural de diámetro Φ 48.3 * 3.2mm y una superficie de galvanizado en caliente de 80 micras en promedio.

Foto 18, Foto 19 Elementos horizontales del sistema de soporte multidireccional.



Fuente: Registro fotográfico IMPAC.

ELEMENTOS DIAGONALES: Elaborados con tubería estructural de diámetro Φ 48.3 * 2.5mm y una superficie de galvanizado en caliente de 80 micras en promedio.

- **ENSAYOS DE LABORATORIO PARA EL ELEMENTO VERTICAL**

Figura 85 Ensayos de laboratorio para los elementos del soporte.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN FACULTAD DE MINAS LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ENSAYO "PANDEO"		
FECHA : 9 de Abril de 2010 INTERESADO: Ing. Carlos Solano PROCEDENCIA : IMPAC MATERIAL : Tubo niquelado		
		ENSAYO: E:029F-2010
RESULTADOS		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN "Tubo niquelado"		
Tubo Grueso: Diámetro exterior= 4,88 cm, Diámetro interior= 4,15 cm, Longitud= 1,50 m Tubo Delgado: Longitud= 14,50 cm		
MUESTRA	CARGA MÁXIMA	OBSERVACIONES
#	Lbf	
M-1	17500,00	Falla la soldadura
	31000,00	Falla por pandeo del tubo
M-2	24000,00	Falla la soldadura
	29500,00	Falla por pandeo del tubo
M-3	17800,00	Falla la soldadura
	32500,00	Falla por pandeo del tubo

Figura 86 Muestran el modo de falla:

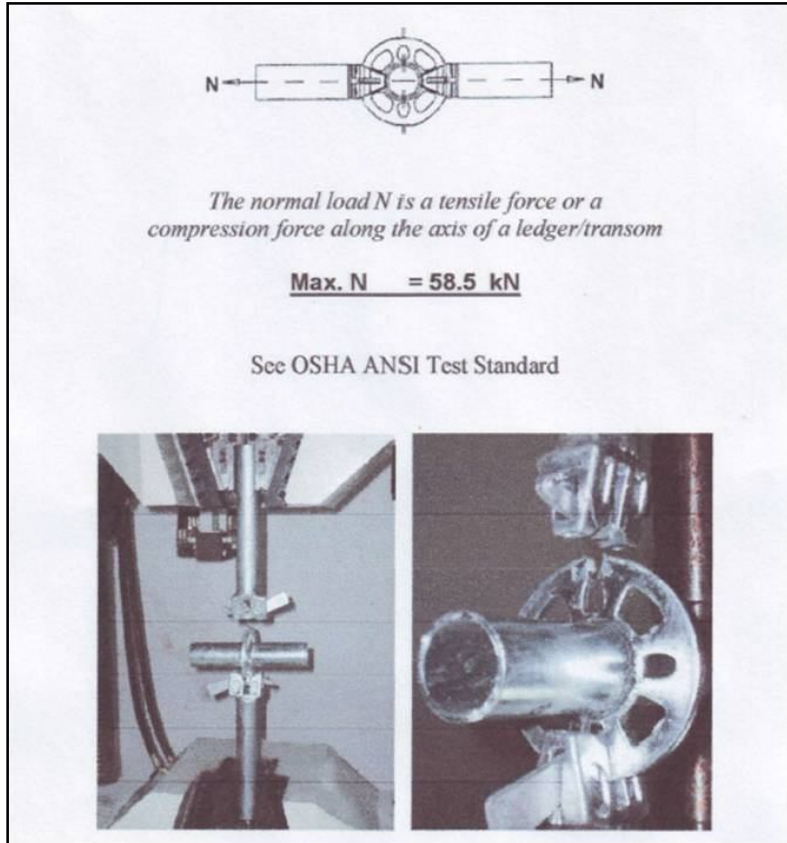


Fuente: Tomado del catálogo de productos de IMPAC S.A. en la página www.impac.com.co

Los diseños de los andamios se calculan para una carga máxima de 5.5 toneladas por vertical y un factor de seguridad de 2.50.

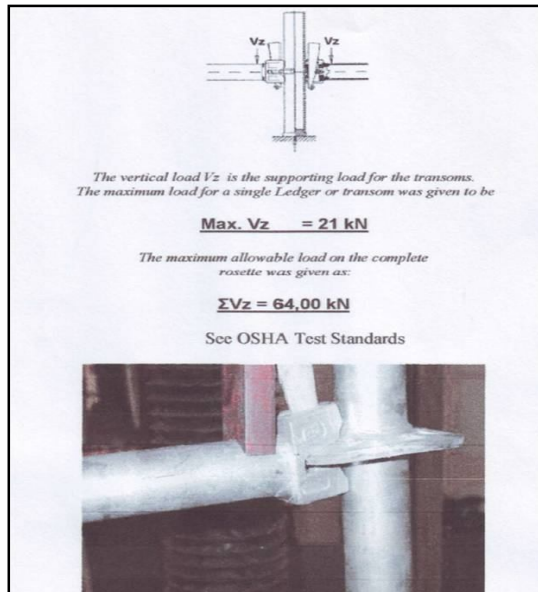
- ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA ROSETA

Figura 87 Carga máxima normal:



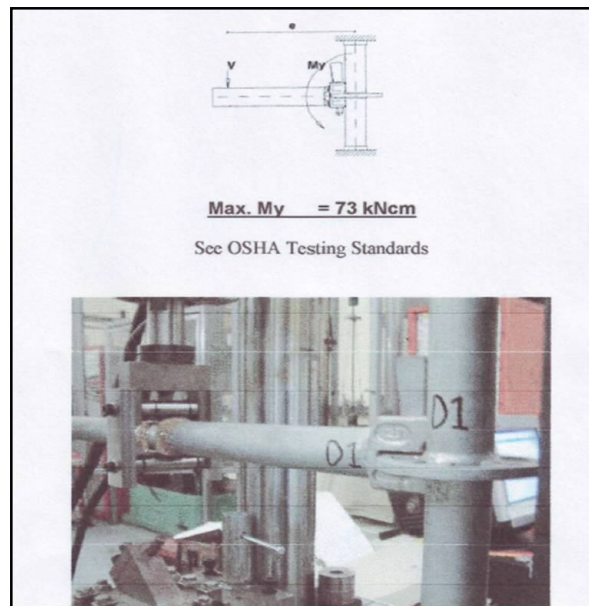
Fuente: Tomado del catálogo de productos de IMPAC S.A. en la página www.impac.com.co

Figura 88 Carga máxima vertical:



Fuente: Tomado del catálogo de productos de IMPAC S.A. en la página www.impac.com.co

Figura 89 máximo momento flector:



Fuente: Tomado del catálogo de productos de IMPAC S.A. en la página www.impac.com.co.

3.1.2 ANDAMIO DE CARGA IMPAC

- Son fabricados en tubería estructural de alta resistencia.
- Es un sistema con capacidad de carga de 28 toneladas por torre de fácil armado mediante bastidores triangulares de 1.50 m de ancho por 1.00 m de altura.
- El sistema está provisto de tornillos niveladores superiores e inferiores, riostras superiores y de base y permite la incorporación de una escalerilla interior que puede ser utilizada como acceso provisional a construcciones de todo tipo.

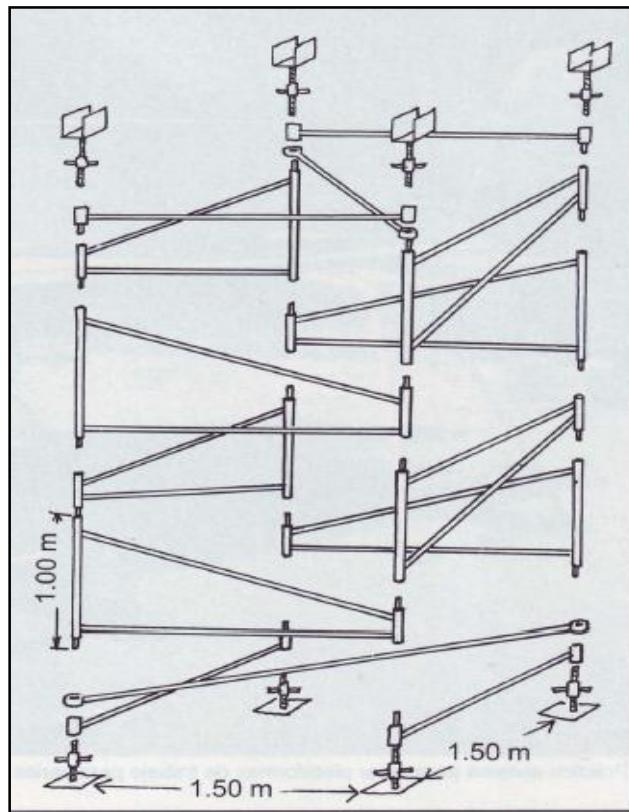
Además está en capacidad de suministrar un andamio de carga más liviano, pues aunque es fabricado también en tubería estructural y mediante el mismo sistema, tiene capacidad de carga de 16 toneladas por torre.

Forma de usarlos:

1. Se posicionan los tornillos niveladores respetando las distancias de 1.50 m, según el esquema.
2. Se ajustan las tuercas para conseguir la nivelación de las riostras inferiores y se inicia el ensamble de los marcos triangulares.
3. Si la torre no va a llevar escaleras, se debe intercalar cada tres cuerpos, la diagonal horizontal a fin de conservar la sección del andamio.

4. En caso de instalar escaleras, montar sucesivamente con cada cuerpo la escalera correspondiente; éstas reemplazan las diagonales horizontales.
5. Al finalizar el armado de la torre, se colocan riostras y tornillos niveladores superiores para posibilitar la armada de una plataforma o superficie de trabajo.

Figura 90 Ensamble del sistema.



Fuente: Tomado del catálogo de productos de IMPAC S.A. en la página www.impac.com.co

Debe estudiarse cuidadosamente cada caso de armada, con el fin de prever la colocación de venteos o riostras que garanticen la estabilidad de la torre.

Este tipo de andamios es ideal para el armado de altas torres que posibilitan, entre otras labores, el desarrollo de estructuras del tipo "Deslizados".

UNISPAN es una empresa especializada en el diseño, alquiler y venta de encofrados y andamios para la construcción, que en forma constante, está entregando nuevas propuestas y soluciones, para cada tipo de obra, junto a un servicio especializado e integral.

UNISPAN ofrece a sus clientes el soporte técnico que requieren para el desarrollo de sus obras, el cual contempla desde el análisis del proyecto en cuestión, hasta la implementación en terreno de las soluciones propuestas. Para ello, se dispone de profesionales altamente calificados y de equipos fabricados sobre estrictas normas de calidad internacional, que aseguran versatilidad, seguridad y economía.

UNISPAN vende y alquila encofrados metálicos para la construcción de toda obra que considere estructuras de concreto, ya sea edificación de viviendas, bodegas u obras civiles tales como infraestructura vial, sistemas de almacenamiento de agua, plantas de tratamiento, canales, túneles, sifones etc.

3.2 EQUIPO SUMINISTRADO POR UNISPAN³⁶

3.2.1 ANDAMIO HD LINEAR

El sistema, conformado sólo por elementos lineales (puntales, travesaños y tubos) similares a otros sistemas, es muy versátil y se adapta a cualquier forma, permitiendo trabajos en lugares muy estrechos y de difícil acceso. Es seguro y de rápido armado gracias a los sistemas de unión y acoplamiento, como son la cuña y el conector.

³⁶ Tomado del catalogo de productos de UNISPAN en la página www.unispan.com.co.

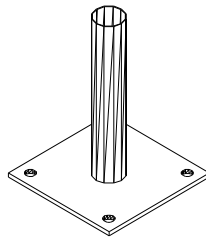
Estos andamios cumplen con todas las normas de seguridad internacional, ya que sus elementos son “heavy duty” (H.D.), lo que los hace más robustos y capaces de soportar cargas pesadas, otorgando gran seguridad al usuario.

- Capacidad de carga máxima del vertical= 4.0 ton.

3.2.2 ELEMENTOS PRINCIPALES

Figura 91 PLACA BASE

Se emplea para el apoyo de un puntal unidireccional. No tiene regulación como la gata base, por lo que su empleo regularmente es sobre superficies parejas y compactas.



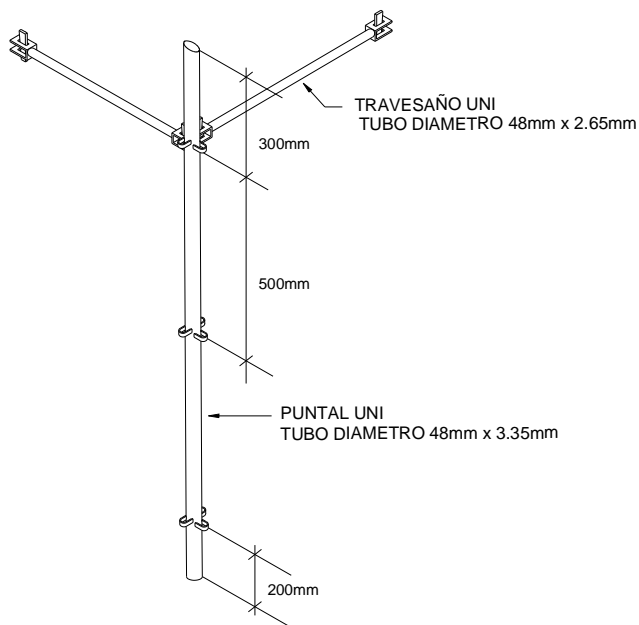
38 mm diámetro x 4 mm

Peso: 0.94 Kg

Tomado del catálogo de productos de UNISPAN en la página www.unispan.com.co.

Figura 92 PUNTAL UNI

Elemento vertical que junto a los travesaños, conforma el catre que soporta el encofrado. Cada unidad soporta una carga de hasta 4000 Kg. En la siguiente gráfica se puede determinar la máxima capacidad de carga de los puntales sin arriostrar o contrarrestando esbeltez.



Tomado del catálogo de productos de UNISPAN en la página www.unispan.com.co.

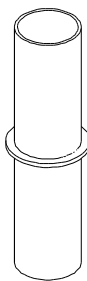


Figura 93 CONECTOR:

Elemento que conecta dos puntales en forma vertical.

38 mm de diámetro x 2 mm de espesor

Peso: 0.39 Kg

Altura = 200 mm.

Tomado del catálogo de productos de UNISPAN en la página www.unispan.com.co.

- **TRAVESAÑOS UNI:** Elementos de arriostramiento horizontal, se usan solo en esa posición, ubicando dos travesaños por puntal. Poseen una cuña cautiva para unirse al puntal (evitando posibles extravíos.)

Figura 94 **GATA DOBLE CABEZA**

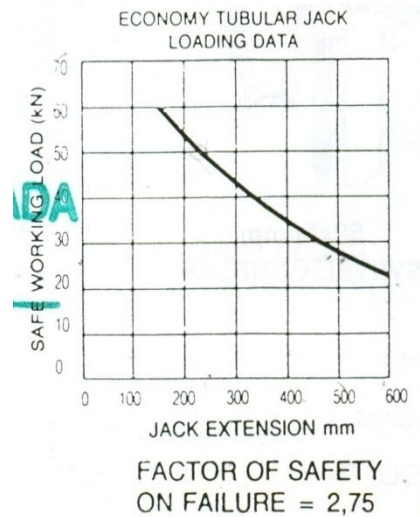
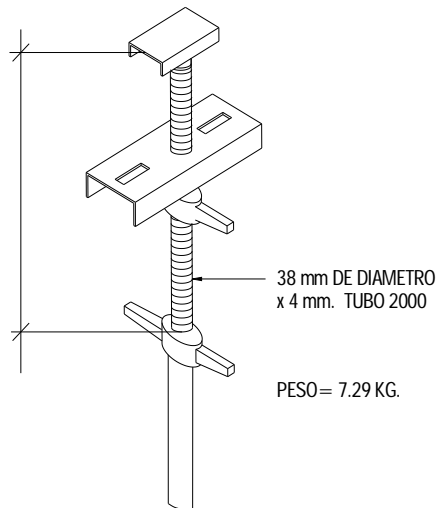
Elemento superior regulable que soporta las vigas kwikstrip y que en conjunto con este elemento permiten el descimbre rápido.

Máxima extensión: 520 mm

Mínima extensión: 160 mm

38 mm de diámetro x 4 mm tubo 2000

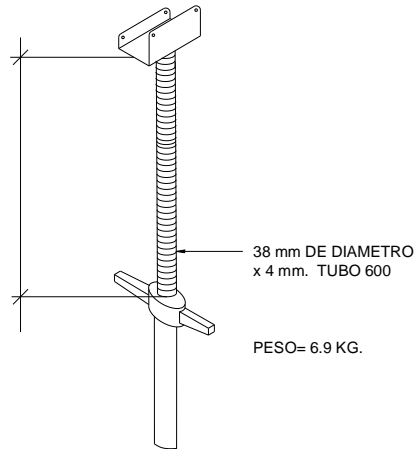
Peso: 7.29 Kg



Tomado del catálogo de productos de UNISPAN en la página www.unispan.com.co

Figura 95 GATA UNI CABEZA "J":

Sirve para soportar una canal (100mm x 50mm) en forma horizontal.



Máxima extensión: 57cm

Mínima extensión: 6cm

38mm de diámetro x 4mm tubo 600

Peso: 6.9Kg

Tomado del catálogo de productos de UNISPAN en la página www.unispan.com.co.

Figura 96 GATA UNI CABEZA "U"

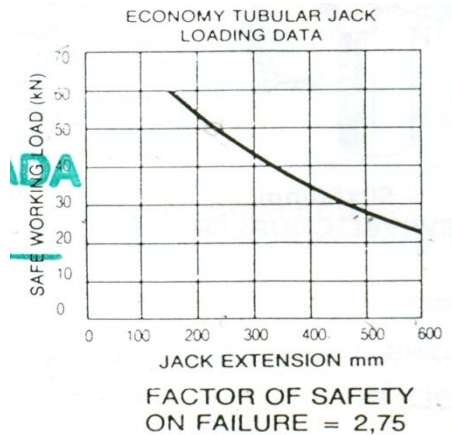
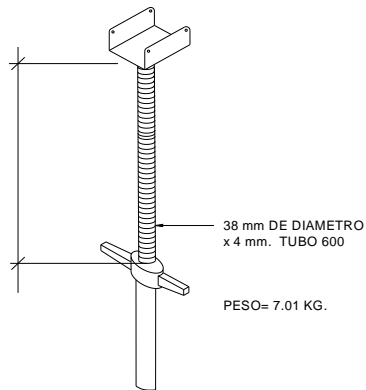
Se usa para soportar dos canales (100mm x 50mm) que se traslapan en forma horizontal, además sirven para aplomar muros o laterales de vigas y losa.

Máxima extensión: 57 cm

Mínima extensión: 6 cm

38mm de diámetro x 4mm tubo 600

Peso: .01Kg

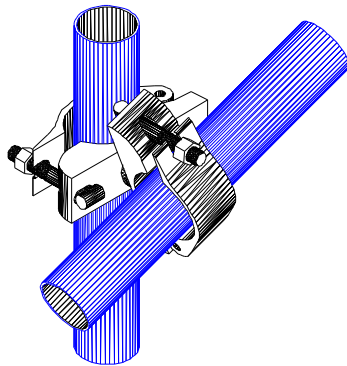


Tomado del catálogo de productos de UNISPAN en la página www.unispan.com.co.

Para solucionar este problema de unir puntales y travesaños sin las cuñas cautivas de los últimos, se utiliza cualquiera de los siguientes dos elementos, según sea el caso que se necesite solucionar: copla giratoria o placa y banda. En muchos casos se reemplaza el travesaño por un tubo de andamio.

Figura 97 **COPLA GIRATORIA:**

Elemento para unir dos tubos (50 x 50mm) en ángulo.

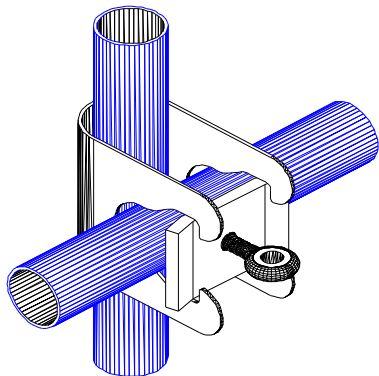


Peso: 1.4Kg

Tomado del catálogo de productos de UNISPAN en la página www.unispan.com.co.

Figura 98 **PLACA Y BANDA**

Elemento para unir dos tubos en forma perpendicular.



Peso: 2.9Kg

Tomado del catálogo de productos de UNISPAN en la página www.unispan.com.co.

Foto 20, Foto 21 Ensamble del sistema.



Fuente: Registro fotográfico UNISPAN.

3.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS

La diferencia entre estos los dos sistemas suministrados por **IMPAC** es la versatilidad que tiene el andamio multidireccional para acoplarse a cada necesidad, mientras que los andamios de carga tienen unas dimensiones establecidas de 1.5 m x 1.5 m, aunque el andamio de carga sea más rápido y fácil en su instalación, pero el andamio de carga de **UNISPAN** también ofrece una gran versatilidad y un rápido armado, pero tiene la desventaja de poseer una menor capacidad de carga por vertical que los otros sistemas. También podemos tener en cuenta los datos tomados en campo sobre los rendimientos de la mano de obra en el montaje de cada sistema en mención.

Otro análisis se hace al tener en cuenta la capacidad de carga por vertical que tiene cada sistema, ya que el andamio multidireccional tiene una capacidad de 5.5 toneladas, mientras que en los andamios de carga, el de **IMPAC** tiene una capacidad de 28 toneladas por torre y el de **UNISPAN** tiene una capacidad de 4 toneladas por vertical.

También se analiza el proceso de montaje para los andamios, elaborando un instructivo de implementación y montaje para cada uno de los tres sistemas usados en la obra, el sistema de soporte multidireccional y el sistema de andamio de carga suministrada por **IMPAC**, así como para el sistema de andamio HD **LINEAR** suministrado por **UNISPAN**. (**VER ANEXOS**).

4. MARCO NORMATIVO SOBRE ANDAMIOS

4.1 NORMATIVIDAD EN COLOMBIA³⁷

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, es el organismo nacional de normalización, según Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya misión fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

En nuestro medio se da una clasificación de los andamios por parte de la Norma Técnica Colombiana **NTC 1641**, en su capítulo de:

HIGIENE Y SEGURIDAD.

4.1.1 ANDAMIOS. DEFINICIONES Y CLASIFICIÓN

La NTC 1641 fue ratificada por el Consejo Directivo en 1981-08-19.

OBJETO

La presente norma define los términos utilizados en las normas referentes a los andamios usados en la construcción, modificación, demolición y mantenimiento de edificaciones y estructuras.

³⁷ Tomado de la NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Colombia.1993.

La presente norma establece además la clasificación de los andamios con base en sus características de la construcción y funcionamiento, así como la clasificación los mismos de acuerdo con el uso para el cual se destinan.

DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

DEFINICIONES

Andamio: cualquier estructural temporal, elevada o suspendida para soportar hombres, materiales, o ambos, sobre una plataforma de trabajo.

Acople: dispositivo para sujetar componentes de tubo y uniones de andamios.

Baranda: pasamanos asegurado verticalmente, colocado a lo largo de los lados expuestos y extremos de la plataforma.

Baranda media: pasamanos asegurado verticalmente a una altura media entre la baranda y la plataforma, colocado a lo largo de los lados expuestos y extremos de la plataforma.

Carga de trabajo: carga dada por el peso de los hombres, los materiales y el equipo.

Carga máxima de diseño: la suma de todas las cargas, incluyendo la carga de trabajo y el peso del andamio y cualquier otra carga que pueda ser prevista razonablemente.

Capacidad de carga: carga máxima de trabajo para la cual debe ser diseñado el andamio.

Escalera de acceso: un medio de acceso para una plataforma de trabajo de un andamio que puede ser separada, adaptada o integrada con estribos o escalones espaciados regularmente.

Plataforma prefabricada: plataforma integral, diseñada para soportar trabajadores sobre un andamio, fabricada utilizando miembros estructurales metálicos o no metálicos con piso de tablones o malla abierta.

Travesaño: elemento horizontal de un andamio que va de poste a poste, sobre el cual se apoyan las vigas de soporte, formando un tirante entre los postes.

Refuerzo: elemento que mantiene un miembro de un andamio en posición fija con respecto a otro miembro.

Viga de soporte: elemento horizontal de un andamio soportado por los travesaños sobre el cual se apoya la plataforma.

Zócalo: barrera asegurada a lo largo de los lados y los extremos de la plataforma para evitar la caída de materiales, herramientas y otros objetos.

CLASIFICACIÓN

Los andamios de acuerdo con sus características de construcción y funcionamiento se clasifican así:

Andamio colgante. Andamio con plataforma continua, suspendida de soportes que permiten el acceso o descenso de la plataforma a la posición de trabajo deseada.

Andamio de madera. Andamio compuesto de soportes de madera sobre los cuales se apoya una plataforma, limitado a servicio medio y liviano.

Andamios tubulares. Tableros o armazones metálicos, contruidos principalmente de secciones tubulares, los cuales sirven como postes y vigas con miembros intermedios, reforzados con elementos diagonales o cruzados.

Andamio móvil de impulso manual. Andamio de iguales características al andamio tubular, apoyado sobre rodamientos para permitir su desplazamiento horizontal.

Andamio volado. Andamio compuesto de una plataforma de trabajo apoyada sobre elementos colocados a través del muro o fachada, asegurados a las placas de la estructura o cubierta o al interior de la edificación.

El andamio de acuerdo con el uso para el cual se destina, se clasifica así:

Andamio de trabajo liviano. Andamios diseñados y contruidos para soportar una carga de 120 kg/m^2 , destinados para trabajos en los cuales no se requiere almacenar sobre la plataforma cargas distintas al peso de las herramientas, en adición al peso del obrero.

Andamios para trabajo mediano. Andamios diseñados y contruidos para soportar una carga de trabajo de 240 kg/m^2 , destinados para trabajos de construcción con almacenamiento de pesos medianos y ligeros sobre la plataforma, en adición al peso del obrero.

Andamios para trabajo pesado. Andamios diseñados y contruidos para soportar una carga máxima de trabajo de 360 kg/m^2 , destinados para trabajos de construcción con almacenamiento de materiales sobre la plataforma.

Andamios para trabajos especiales. Andamios diseñados y contruidos para soportar cargas de una naturaleza específica y mayores de 360 kg/m^2 tales como materiales arrumados. Los tablones y accesorios de estos andamios se deben diseñar con base en estas cargas.

APÉNDICE

DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. Safety Requirements for Scaffolding. New York, ANSI 1997.24p. (American National Standard. ANSI A 10.8).

En nuestro medio se dan recomendaciones sobre el uso de los andamios por parte de la Norma Técnica Colombiana **NTC 1642**, en su capítulo de:

HIGIENE Y SEGURIDAD.

4.1.2 ANDAMIOS. REQUISITOS GENERALES DE SEGURIDAD

La NTC 1642 fue ratificada por el Consejo Directivo en 1981-08-19.

OBJETO

La presente norma establece los requisitos generales de seguridad para los andamios utilizados en la construcción con el fin de proporcionar el nivel mínimo de seguridad a la vida de las personas que requieren su uso.

DEFINICIONES Y CLASIFICACION

Para efectos de la siguiente norma se tomarán las definiciones y clasificaciones dadas en la **NTC 1641**.

CONDICIONES GENERALES

La base o amarre de los andamios debe ser firme, rígida y capaz de soportar la carga máxima de diseño; no debe estar sometida a asentamientos, ni desplazamientos. No se deben utilizar como apoyos de andamios o plataforma, objetos inestables tales como: barriles, cajas o bloques.

Se deben instalar barandas y zócalos en todos los lados abiertos y extremos de las plataformas que se encuentren a una altura superior de 3 m sobre el nivel del piso. Las barandas deben instalarse a una altura no menor de 0.90 m ni mayor a 1

m. Los soportes de las barandas se deben espaciar a intervalos que no excedan de 3 m. Los zócalos deben tener una altura de por lo menos 8 cm.

Cuando el andamio está instalado en el interior de una edificación, cubriendo el total del área de piso de cualquier espacio que no tenga lados abiertos, no se requiere instalación de barandas o zócalos, tales como en: pozos de ascensores, cajas de escaleras, montacargas, ductos, etc.

Se deben utilizar cuerdas de salvamento y cinturones de seguridad en aquellos andamios que permitan el movimiento de la plataforma de trabajo, siempre que se encuentren ocupados, si se colocan a 3 m o más sobre el nivel del suelo o piso.

Los andamios y sus componentes deben ser diseñados para soportar un mínimo de tres veces la carga máxima de diseño.

Los andamios no se deben trasladar o mover horizontalmente, excepto cuando han sido específicamente diseñados para tales condiciones de trabajo; en estos casos el desplazamiento se debe hacer cuando no está ocupado.

No se deben sobrepasar las cargas de trabajo para las cuales fueron diseñados los andamios y éstos se deben utilizar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

La capacidad de carga en compresión de cada uno de los elementos de madera que componen el armazón de un andamio, debe ser como mínimo de 10 Mpa (100 kg/cm³).

Las luces máximas permitidas para tablonés de 5 cm a 25 cm (nominal) o 4 cm x 24 cm (cepillados) son las siguientes:

Carga máxima de trabajo (kg/cm ²)	Luz permisible (m)
120	3
240	2.5
360	2.0

Los tablones de plataforma deben colocarse en aberturas no mayores de 2.5 cm entre tablones adyacentes o miembros del andamio.

Todos los tablones o plataformas en su recorrido continuo deben ser traslapados (mínimo 30 cm) o asegurados contra movimiento. Las uniones de los traslapos se deben asegurar y apoyar sobre travesaños fijos.

Las plataformas de trabajo de cualquier tipo de andamio deben proveerse con una escala de acceso o un medio seguro equivalente. La escalera y plataforma deben estar fijas y exentas de movimiento.

Los tablones para andamios, que no estén asegurados en ambos extremos, deben prolongarse o sobresalir de los soportes extremos una distancia no menos que 15 cm ni mayor que 45 cm. Los tablones y plataforma prefabricados, que no sean anclados o asegurados por ganchos u otro medio equivalente en ambos extremos, deben extenderse sobre los soportes extremos una distancia no menos que 30 cm no mayor que 45 cm.

Los postes o montantes de los andamios deben colocarse verticalmente y reforzar en forma segura y rígida para evitar balanceos y desplazamientos.

En áreas donde haya personas trabajando o circulando bajo los andamios, éstos se deben dotar de una pantalla de malla o equivalente, localizada entre el zócalo y la baranda, extendida a lo largo de toda abertura. Donde se utilice malla, la baranda media puede ser omitida.

Toda cuerda que se utilice para la suspensión de andamios debe soportar, mínimo, seis veces la carga de diseño.

Los andamios deben asegurarse a estructuras permanentes por medio de pernos de amarre o anclaje, u otro medio equivalente; no se deben utilizar los pernos de anclaje para limpia-ventanas.

Las torres de andamios de libre ubicación, con una relación de 4:1 entre la altura y el lado menor de la base, deben asegurarse contra balanceos por medio de amarres u otros medios.

PRECAUCIONES

Un andamio averiado o debilitado en su estructura por cualquier causa, se deberá retirar inmediatamente del servicio y no deberá ser utilizado nuevamente hasta que sea reparado.

En todo andamio se deberán tomar las medidas necesarias para evitar los riesgos inherentes al levantamiento de material sobre este.

Se deberá proporcionar protección en la parte superior, para las personas que trabajen sobre andamios y que se encuentren expuestas a riesgos sobre la cabeza.

No se deberá permitir el trabajo sobre andamios en tormentas o fuertes vientos.

No se deberá acumular o arrumar sobre la plataforma de un andamio herramientas, materiales y desperdicios.

Las cuerdas o fibras sintéticas deberán ser tratadas o protegidas, cuando se utilicen en trabajos que involucren el manejo de sustancias corrosivas o químicas.

No se deberán utilizar en andamios, ácidos u otras sustancias corrosivas, excepto cuando su uso sea autorizado por el fabricante del andamio. En tal caso, el equipo y los operarios deberán protegerse contra los riesgos inherentes de dicho uso.

Cuando se utilice un andamio en un proceso que produzca elevaciones de temperatura, se deberán tomar las precauciones especiales para proteger los miembros del andamio, incluyendo: alambres, fibras o cuerdas sintéticas.

No se deberán utilizar para incrementar la altura de un andamio, escaleras de mano, ni dispositivos temporales.

Se deberán tomar precauciones especiales para los andamios que se encuentren total o parcialmente aislados, con el objeto de fijar el andamio a la edificación por medio de riostras u otros apoyos fijos, teniendo en cuenta el aumento de la carga causado por el viento y el estado del tiempo. Los componentes del andamio unido por riostras se deberán ensayar para cargas adicionales.

Se deberán aislar los miembros de un andamio en forma adecuada, cuando su uso implique riesgo eléctrico.

En las plataformas y barandas de los andamios no deberán existir salientes o elementos que puedan provocar tropezones, engarces o accidentes de cualquier naturaleza.

APÉNDICE

INDICACIONES COMPLEMENTARIAS

Se deben utilizar andamios armados y equipados de acuerdo con lo establecido en la presente norma, en trabajos que no puedan ser realizados con seguridad desde el nivel del piso o desde una construcción sólida y estable.

NORMAS QUE DEBEN CONSULTARSE DE REFERENCIA

NTC 1641, ANDAMIOS. DEFINICIONES Y CLASIFICACION

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. SAFETY REQUIREMENTS FOR SCAFFOLDING. NEW YORK, ANSI, 1997. 24 P. (AMERICAN NATIONAL STANDARD ANSI A 10-8-1997).

En nuestro medio se dan recomendaciones sobre el uso de los andamios tubulares por parte de la Norma Técnica Colombiana **NTC 1735**, en su capítulo de:

HIGIENE Y SEGURIDAD.

4.1.3 ANDAMIOS TUBULARES. REQUISITOS DE SEGURIDAD

OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos de seguridad para la construcción, operación, mantenimiento y uso de los andamios tubulares, utilizados en la construcción, modificación, demolición y mantenimiento de edificaciones y estructuras.

DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

Para efectos de la presente norma se tienen en cuenta las definiciones y clasificación dadas en la NTC 1641.

CONDICIONES GENERALES

Para los efectos de la siguiente norma, se deben cumplir los requisitos generales de seguridad establecidos en la NTC 1642 además de los que se dan a continuación.

Los andamios tubulares, incluyendo accesorios con refuerzos, soportes de fijación, armaduras, soportes roscados, escaleras, etc., se deben diseñar para resistir cuatro veces su carga máxima de diseño (véase la NTC 1641).

El espaciamiento de los módulos o marcos debe ser consecuente con las cargas impuestas.

Los marcos o módulos deben ser aproximadamente apuntalados por medio de refuerzos en cruz o tirantes diagonales, o ambos, para asegurar lateralmente los miembros verticales.

La longitud de los refuerzos en cruz debe ser tal que automáticamente cuadre y alinee los miembros verticales, de forma que la erección del andamio sea siempre vertical, nivelada, a escuadra y rígida.

Todos los acoplamientos de los refuerzos se deben efectuar seguramente.

Los apoyos de módulos y marcos deben estar montados sobre bases planas, en suelo sin superficie acabada u otras superficies adecuadas que soporten la carga máxima de diseño (véase la NTC 1641).

Los módulos o marcos se deben colocar uno sobre otro con pasadores de enganche, de manera que se provea un adecuado alineamiento vertical.

Siempre que puede ocurrir un levantamiento, los módulos deben ser conjuntamente fijados verticalmente por pesadores o métodos equivalentes.

Se deben instalar barandas, zócalos y pantallas de acuerdo con lo indicado en la NTC 1642.

Para prevenir movimiento, el andamio se debe asegurar a la edificación o estructura a intervalos no mayores de 9 m horizontalmente y 8 m verticalmente.

Las luces máximas permisibles para tablones deben estar de acuerdo con lo indicado en la NTC 1642.

Todos los soportes deben estar instalados correctamente con apoyos laterales paralelos a los marcos y sus extremos a 90° de éstos.

Los soportes no deben estar curvados o torcidos respecto de su posición original.

Los soportes, a excepción de los móviles diseñados para transportar materiales, son para usarlos únicamente como plataformas de trabajo y no para almacenar materiales o equipos.

El acceso a los andamios debe hacerse por uno de los siguientes métodos:

Escaleras portátiles de madera o metal.

Escaleras de acceso colocadas en forma tal que su uso no tienda a desequilibrar el andamio. El espaciamiento máximo entre peldaños no debe ser superior a 40 cm.

Escaleras metálicas de gancho o adaptables, específicamente diseñadas para uso en conjunto con tipos adecuados de andamios.

Peldaños o accesorios tipo escalar, específicamente diseñados para uso en conjunto con tipos adecuados de andamios.

Los tubos empleados en la fabricación de andamios deben cumplir las especificaciones dadas en la NTC 1560.

PRECAUCIONES

Los andamios tubulares con altura superior a 7 m deben ser diseñados por ingenieros y, en el sitio de trabajo, se debe disponer de copias de planos y especificaciones para propósitos de inspección.

Todos los andamios tubulares deben ser erigidos por personas competentes y de gran experiencia.

Los marcos de los andamios y sus accesorios, manufacturados por compañías diferentes, no deben ser entremezclados.

Los andamios deben ser inspeccionados periódicamente por el usuario o propietarios y en caso de requerir mantenimiento, este se debe realizar antes de usar nuevamente el andamio.

APÉNDICE

NORMAS QUE DEBEN CONSULTARSE

NTC 1560, Tubos para andamios.

NTC 1641, Andamios. Definiciones y clasificación.

NTC 1642, Andamios. Requisitos generales de seguridad.

DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. Safety Requirements for Scaffolding. New York, ANSI, 1997 p.15 (American Standard ANSI A 10.8)

NOTA:

Otra norma de referencia a tener en cuenta es la **RESOLUCION NÚMERO 3673 DE 2008, REGLAMENTO TÉCNICO DE TRABAJO SEGURO EN ALTURAS DEL MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. BOGOTÁ D.C. SEPTIEMBRE 26 DE 2008.**

5. ASISTENCIA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

La labor de Asistencia de Seguimiento y Control en obra de procesos constructivos se constituye en un complemento a la política de calidad que maneja Urbanas S.A en todas sus obras, ya que en el proceso de recolección de datos en campo se puede realizar un análisis detallados de rendimientos en obra de diversas actividades propias de la construcción de la Estación de Cabecera y Los Patios de Operación y Talleres, del SITM METROLINEA.

5.1 ¿PERO QUIÉN JUZGA LOS RESULTADOS Y MEDIANTE CUÁLES ESTÁNDARES?

Establecer estándares de costo, programación y técnicos. Esto se realiza por parte del CONSORCIO E.M. el cual desarrollo una base con estándares de productividad y rendimientos, así como del personal involucrado para determinadas actividades, y las cantidades de obra tendientes a ejecutar.

Planear los medios para evaluar el progreso del proyecto o de la actividad. El seguimiento del proyecto se llevo a cabo por medio de datos tomados en campo en tiempo real que sirven como base para el análisis y evaluación del progreso de las actividades.

Definir un sistema de información para el proyecto o de la actividad. Constantemente se está retroalimentando la información que se toma en campo

con los estándares de productividad y rendimientos que se manejan para las actividades en particular y para los lapsos de tiempo requeridos.

Preparar las estrategias para revisión del proyecto o de la actividad. Por tal motivo se desarrollaron algunos formatos en hojas de cálculo en Excel que facilitarían la toma de datos en campo, y su posterior análisis para los informes requeridos por la gerencia del proyecto.

Evaluar el progreso del proyecto o de la actividad. Este progreso solo se puede evaluar a medida que se tengan una mayor cantidad de datos para realizar un análisis comparativo entre estos, que permitan tener un valor estándar para los rendimientos y la productividad esperada para una actividad en particular.

Al iniciar a realizar las labores propias de la Asistencia de Seguimiento y Control se debieron tener en cuenta varios aspectos:

- Definición del trabajo.
- Estructura de desagregación de trabajo: lista de actividades.
- Estructura de desagregación organizativa.
- Matrices de responsabilidad (cuadrillas por actividades).
- **Estimativos de esfuerzos de trabajo (rendimientos), duraciones y costos.**
- Programación en el calendario.
- Asignación de recursos.
- Cálculo de costos.
- Control del riesgo.

Esta es la labor más relevante que se llevo a cabo en lapso de la práctica empresarial como asistente de seguimiento y control en obra.

Para estimar esfuerzos de trabajo debo tener en cuenta (9) aspectos importantes:

1. Determinar el nivel de detalle requerido.
2. Hacer una estimación inicial por métodos seguros.
3. Agregar horas de contingencia.
4. Agregar el tiempo para la administración de la actividad.
5. Verificar la inclusión de horas para recursos indirectos.
6. ¿Se necesita considerar rehacer el seguimiento?
7. Calcular esfuerzo total.
8. Revisar y ajustar los datos según se necesite.
9. Documentar todas las suposiciones hechas durante el proceso.

Para estimar la duración de las actividades debo tener en cuenta (7) aspectos importantes:

- Determinar seriamente el número de horas realmente hábiles por jornada.
- Definir la cantidad de recursos a asignar en cada actividad.
- Tener en cuenta los días no laborables.
- Determinar los recursos que no están tiempo completo en la actividad.
- Calcular desplazamientos, tiempos muertos y similares.

- Determinar las actividades que pueden ejecutarse simultáneamente.
- Documentar todas las suposiciones.

5.2 INDICE DE PRODUCTIVIDAD³⁸

PRODUCTIVIDAD= Cantidad Producida / Recursos empleados

La Productividad es la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado (efectividad).

Figura 99 Esquema índice de productividad.

		UTILIZACION DE RECURSOS	
		POBRE	POBRE
LOGRO DE METAS	ALTO	Efectivo pero ineficiente	Efectivo y Eficiente
	BAJO	Ineficiente e inefectivo	Eficiente pero inefectivo

Fuente: Libro Construcción sin pérdidas (2^{da} Edición). Botero Botero Luis F.2006.

Puede hablarse entonces de diferentes clases de productividad en la construcción, de acuerdo con los recursos considerados, de la siguiente forma:

³⁸ Tomado del libro: Construcción sin pérdidas (2^{da} Edición). Botero Botero Luis F. 2006.

Productividad de los materiales: Por su costo, es importante evitar los desperdicios.

Productividad de la mano de obra: Factor fundamental, pues normalmente es el recurso que fija el ritmo de trabajo en la construcción, del cual depende la productividad de los otros recursos, es el factor al cual se le debe prestar mayor atención.

Productividad de la maquinaria: Muy importante por el alto costo que representa este recurso, y por tanto, es necesaria racionalizar su uso en los proyectos, para evitar tiempos muertos.

Existen una gran cantidad de factores que afectan de diferentes maneras la productividad en los proyectos de construcción y los cuales deben tenerse muy en cuenta:

- Errores en los diseños y falta de especificaciones.
- Modificaciones a los diseños durante la ejecución del proyecto.
- Ejecución de obras con diseños incompletos.
- Falta de supervisión de los trabajadores.
- Agrupamiento de trabajadores en espacios muy reducidos.
- Alta rotación de trabajadores.
- Ausentismo de los trabajadores.
- Pobres condiciones de seguridad industrial que generalmente causan accidentes.
- Composición inadecuada de las cuadrillas de trabajo.
- Disputas entre cuadrillas de trabajo.
- Distribución inadecuada de los materiales en la obra.
- Falta de materiales requeridos.
- Falta de suministro de equipos y herramientas.
- Pobre mantenimiento de los equipos.

- Difíciles condiciones de accesos a la obra por su ubicación.
- Lotes con condiciones difíciles para su desarrollo.
- Excesivo control de calidad.
- Exceso de tiempo en toma de decisiones.
- Interrupciones no planificadas, ni controladas (refrigerios de los trabajadores, ida a servicios sanitarios, entre otros).
- Características de duración y tamaño de la obra que no motivan al personal.
- Algunas horas del día y días de la semana que causan variaciones en el desempeño de la mano de obra (comienzo y final de semana, final del día, y mediodía).
- Clima y condiciones adversas en la obra.
- Armado y desarmado de andamios.

5.3 ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS EN LA CONSTRUCCIÓN³⁹

El estudio del trabajo ha sido desde hace mucho tiempo un factor clave para el mejoramiento de la productividad en toda industria, y en la construcción no es la excepción, sin embargo, en nuestro medio las empresas no le han dado la importancia que merece, y más bien han orientado sus esfuerzos a las actividades cotidianas del día a día, sin darse cuenta que el espacio en donde sus empleados podrían desplegar toda su creatividad y talento, es ocupado por la ejecución de tareas netamente operativas.

Este capítulo presenta algunas técnicas de análisis del trabajo por medio del estudio de tiempos, a través de los cuales las empresas pueden mejorar sus

³⁹ Tomado del Libro: Análisis y mejoramiento de procesos de la empresa. Ortiz Néstor R. 1999.

procesos productivos con el fin de lograr un incremento sostenible en la productividad.

5.3.1 ESTUDIO DE TIEMPOS

El mejoramiento de procesos se presenta como una estrategia para mantener la competitividad en las industrias, y se sustenta en el hecho de que al incrementar la productividad, ésta se traduce en una disminución en los costos de producción.

Sin embargo esta reducción de costos aparece realmente porque se reduce el tiempo en la ejecución de alguna actividad o en la elaboración de un artículo, de tal forma que al hablar de tiempo, se hará referencia al parámetro básico para medir la eficiencia de los procesos productivos.

El estudio de tiempos consiste en aplicar alguna técnica de registro, con el propósito de establecer la duración de una tarea específica. Aún cuando existan varias técnicas para el registro de tiempos, en este capítulo se hará énfasis en el método conocido como “estudio de tiempos por cronómetro”.

Entre las técnicas más conocidas dentro del estudio de tiempos se tienen las siguientes:

- **Cronometraje:** como su nombre lo indica se basa en el empleo de un cronómetro.
- **Tiempos predeterminados:** se refiere a datos de tiempo estandarizados y organizadas tablas de fácil consulta.
- **Muestreos de trabajo:** es una técnica que permite calcular tiempos mediante el registro (en forma aleatoria) de las actividades realizadas por el trabajador durante su jornada de trabajo.

Para poder establecer la duración de una tarea, se debe partir de tres premisas elementales:

1. Debe existir un método previamente definido, el cual indica la manera como se ha de ejecutar el trabajo en cuestión.
2. El trabajador debe desarrollar su trabajo a un ritmo de trabajo normal (no muy despacio, ni muy rápido).
3. El trabajador seleccionado para un estudio de tiempos debe ser “calificado” en cuanto a la habilidad para desarrollar el trabajo asignado en particular, es decir, no ser muy experto, ni tampoco inexperto.

Según la oficina internacional del trabajo (OIT) un trabajador calificado se define como “aquel de quien se reconoce que tiene las aptitudes físicas necesarias, que posee la requerida inteligencia e instrucción y que ha adquirido los conocimientos necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad”.

5.4 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Establecer tiempos puede considerarse como una labor básica que apoya el proceso del análisis de rendimientos y que sirve de soporte para la toma de decisiones en algunas dependencias de la empresa. Al conocer el tiempo de ejecución de alguna actividad se tendrán argumentos para:

- Estimar el rendimiento de la mano de obra para determinada actividad, así como la capacidad de producción en obra
- Estimar el costo de una actividad en particular

- Programar eficientemente una actividad productiva
- Asignar correctamente el trabajo a los trabajadores
- Calcular eficiencias (por ejemplo: producción esperada- producción real)
- Comparar métodos de trabajo

A continuación se tratarán algunas técnicas empleadas para el estudio de tiempos.

5.4.1 ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONOMETRO

Esta técnica permite establecer la duración de una tarea a partir del registro de datos a tiempo que han sido cronometrados en tiempo real. Estos datos son el resultado de la observación de algunos ciclos de trabajo.

Un ciclo de trabajo es la sucesión completa de acciones necesarias para ejecutar una tarea y durante el cual se obtiene una unidad de producción o una actividad productiva. El ciclo se inicia en un instante predefinido por la tarea y continúa hasta el mismo punto en la siguiente repetición de la tarea; de esta forma comienza el siguiente ciclo y así sucesivamente.

Para desarrollar un estudio de tiempos basado en esta técnica, se debe iniciar fraccionando el ciclo de trabajo en varias etapas, a las cuales se les da por nombre de actividades o elementos. Un elemento es una parte de una tarea que dura poco tiempo y generalmente se compone por uno o varios movimientos básicos del trabajador o de la máquina.

En general, los elementos pueden ser de tres tipos:

- **Repetitivos o regulares:** son aquellos que aparecen en todos los ciclos de trabajo.

- **No repetitivos o irregulares:** son aquellos que aunque son periódicos, no se repiten en todos los ciclos de trabajo, por ejemplo, ir a traer material del almacén.
- **Extraños o aleatorios:** como su nombre lo indica, son elementos eventuales y por lo tanto no deben ser tenidos en cuenta al establecer el tiempo asignado, como por ejemplo, caída de una pieza o reamarres de refuerzo.

Las siguientes son algunas normas para dividir un ciclo de trabajo en elementos:

1. Los elementos deben ser de fácil identificación, con comienzo y fin claramente definidos.
2. Los elementos no deben ser ni muy largos, ni muy cortos.
3. Se deben separar los elementos del operario de los de la máquina, al igual que los repetitivos de los no repetitivos.
4. Todos los movimientos del elemento deben perseguir el mismo objetivo.

La división de un ciclo de trabajo en elementos se hace necesaria por varias razones:

- Las personas no siempre trabajan a un mismo ritmo y eso hay que discriminarlo (sobre todo en ciclos de trabajo largos).
- Las condiciones bajo las cuales un trabajador realiza su trabajo, se constituyen en un parámetro válido para asignarle a la actividad un margen de tiempo adicional que muestra en el cronómetro. Por lo tanto, si las condiciones del trabajo varían dentro de un ciclo, la división de estos elementos resulta necesaria.
- Para descubrir puntos críticos sobre los cuales se puede mejorar.

EL PROCESO DE VALORACIÓN

Al hablar de ritmo de trabajo se hace referencia a la velocidad con la que el trabajador ejecuta su labor, de tal forma que si la ejecución se hace a un ritmo lento, el tiempo registrado en el cronómetro será superior al real, por el contrario, si la ejecución se hace a un ritmo rápido, el tiempo registrado en cronómetro será inferior al real. Determinar el ritmo de trabajo de las personas es necesario en un estudio de tiempos, ya que el hecho de seleccionar un trabajador “capacitado” no indica siempre que éste siempre trabajará al mismo ritmo (ritmo promedio).

El proceso mediante el cual se determina el ritmo de trabajo del trabajador, se conoce como el proceso de valoración. De no llevarse a cabo la valoración, los tiempos obtenidos pueden alejarse de la realidad; lo que hace aquí es aplicarle un factor de corrección al tiempo observado en el cronómetro.

La valoración es una medida subjetiva, ya que el analista debe comparar el ritmo de trabajo del trabajador que está observando con lo que él considera que debe ser el ritmo normal.

El ritmo normal será el que puede mantener un trabajador calificado durante su jornada de trabajo sin excesiva fatiga física o mental y que no se encuentra bajo el estímulo de una remuneración por rendimiento.

Existen varias escalas para asignarle un valor numérico al ritmo de trabajo de un operario, la única diferencia entre ellas radica en el valor que toma el ritmo normal.

Tabla 9 Escalas de valoración.

ESCALAS	MAS LENTO	RITMO NORMAL	MAS RAPIDO
Porcentajes	Valor menor a 100	100	Valor mayor a 100
Británica	Valor menor a 75	75	Valor mayor a 75
Bedoux	Valor menor a 60	60	Valor mayor a 60

Fuente: Libro Análisis y mejoramiento de procesos de la empresa. Ortiz Néstor R. 1999.

SUPLEMENTOS

Como se mencionó que las condiciones bajo las cuales una persona desarrolla un trabajo son un parámetro para asignarle a la actividad un margen de tiempo adicional al que muestra el cronómetro, se estaba haciendo referencia a los suplementos.

Asignar suplementos tiene como propósito obtener un valor “más real” del tiempo empleado por una persona al ejecutar su trabajo. Lo anterior tiene sentido porque el valor registrado por el cronómetro sólo hace referencia al tiempo efectivo de trabajo, sin embargo en la práctica, el trabajador eventualmente detiene su actividad para descansar, ir al baño, etc., lo cual altera los cálculos del tiempo.

Los suplementos que deben asignar por actividad son de varias clases:

- Por descanso y necesidades personales
- Por características del proceso
- Especiales
- Discrecionales

SUPLEMENTOS POR DESCANSO Y NECESIDADES PERSONALES

Es el margen de tiempo que se le asigna a la tarea buscando que el trabajador recupere los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de un trabajo bajo determinadas condiciones de su entorno, de tal forma que le permiten atender sus necesidades personales. Este tipo de suplementos se divide en constantes y variables:

Los suplementos constantes siempre se asignan, independientemente del trabajo que se realiza, su valor se compone de dos partes: una parte asignadas por las necesidades personales y otra parte asignada por la fatiga básica.

Los suplementos variables se asignan dependiendo de las condiciones en que se realiza el trabajo, de tal forma, que una tarea realizada en un ambiente de trabajo totalmente inadecuado obtendrá un suplemento mayor que una tarea realizada en una ambiente de trabajo agradable.

Este tipo de suplementos se determina con base en tablas como las que aparece a continuación (datos en porcentajes que presenta el libro “introducción al estudio del trabajo” de la Oficina Internacional del Trabajo):

Tabla 10 Suplementos por descanso y necesidades personales.

SUPLEMENTOS CONSTANTES			Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
Por necesidades personales	5	7			Condiciones atmosféricas (Calor y humedad. Variables	0 a 10	0 a 10
Base por fatiga	4	4					
SUPLEMENTOS VARIABLES							
Por trabajar de pie	2	4			Concentración intensa		
Por postura Anormal					Trabajos de cierta precisión	0	0
Ligeramente incómoda	0	1			Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Incómoda (inclinado)	2	3			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7			Ruido		
Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar, empujar)					Continuo	0	0
Peso levantado en kilos:					Intermitente y fuerte	2	2
2,5	0	1			Intermitente y muy fuerte	5	5
5	1	2			Estridente y fuerte	5	5
7,5	2	3			Tensión mental		
10	3	4			Proceso moderadamente complejo		
12,5	4	6			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	1	1
15	5	8			Muy complejo	4	4
17,5	7	10				8	8
20	9	13			Monotonía		
22,5	11	16			Trabajo algo monótono	0	0
25	13	20			Trabajo bastante monótono	1	1
30	17	(máx)			Trabajo muy monótono	4	4
35,5	22				Tedio		
Mala Iluminación					Trabajo algo aburrido	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0			Trabajo aburrido	2	2
Bastante por debajo	2	2			Trabajo muy aburrido	5	5
Absolutamente insuficiente	5	5					

Fuente: Libro Análisis y mejoramiento de procesos de la empresa. Ortiz Néstor R. 1999.

SUPLEMENTOS POR CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO

Se define como el margen de tiempo que tiene el trabajador por inactividad forzosa debido a la naturaleza del proceso o actividad que ejecuta. Su valor corresponde al tiempo inactivo que posee el trabajador en cada ciclo de producción.

Este tipo de suplemento no se tiene en cuenta al calcular el tiempo de la tarea, sin embargo, es importante porque el trabajador reconozca que cuenta con ese tiempo adicional de descanso.

SUPLEMENTOS POR ACTIVIDADES PERIODICAS

Es aquel tiempo que se concede al trabajador para realizar una actividad que se repite cada cierto tiempo, como por ejemplo el tiempo dedicado a preparativos al inicio de la jornada de trabajo, el tiempo dedicado a la limpieza del puesto de trabajo, el tiempo dedicado a la organización de herramientas, etc.

Este tipo de suplemento tampoco se tiene en cuenta al calcular el tiempo de la tarea, sin embargo, se debe establecer por aparte y se debe dar a conocer a los trabajadores.

SUPLEMENTOS POR ACUERDOS OBRERO-PATRONALES

Cuando se llega a un acuerdo para modificar algunos valores preestablecidos. Realmente este tipo de suplemento no hace parte formal de un estudio de tiempos por cronómetro.

SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIA

Son aquellos que se asignan en razón a que la jornada nominal de trabajo no siempre corresponde a la jornada real de trabajo, es decir, si se espera trabajar durante ocho horas al día, es posible que el tiempo efectivo de trabajo sea inferior.

Las contingencias son eventos que ocurren de manera esporádica y que ocasionan retrasos en la programación de la obra, por ejemplo cuando se agota algún material y no llega a tiempo el nuevo pedido, cuando se va el fluido eléctrico o cuando aparece un daño en una máquina el cual no estaba previsto.

El porcentaje de tiempo asignado por contingencias no debe ser superior al 5% sobre la jornada de trabajo.

5.4.2 PASOS A SEGUIR EN UN ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONÓMETRO

El método para estimar tiempos por cronómetro tiene la característica de ser bastante preciso, razón por la cual es muy conocido. La técnica del cronómetro se utiliza preferiblemente en tareas que se repiten durante gran parte de la jornada de trabajo, sin embargo, no se descarta su aplicación en tareas poco frecuentes.

Los datos de tiempo son registrados en formatos previamente diseñados por el analista. El formato incluye un encabezado en la parte superior de la hoja, el cual contiene la información básica sobre la tarea o actividad que se va a cronometrar.

A continuación se presentan los pasos a seguir para obtener finalmente el tiempo tipo para la actividad:

1. Selección de un trabajador “promedio” o este caso una cuadrilla “promedio”.
2. Determinación del ciclo de trabajo (tarea a cronometrar).
3. División del ciclo de trabajo en elementos, identificando, claramente momentos de inicio y finalización.
4. Determinar el número de ciclos (observaciones) que deben registrarse:

Para establecer el tiempo tipo, se deben observar varios ciclos de trabajo, de tal forma que se cuente con la información suficiente para obtener una estimación más confiable de la duración de la actividad.

El número de ciclos que deben registrarse puede fijarse de tres maneras diferentes:

- De acuerdo con la experiencia que tenga el que está tomando los datos.
- Por medio de la siguiente tabla.

Tabla 11 Tamaño de la muestra en estudio de tiempos por cronómetro

TIEMPO DEL CICLO EN MINUTOS	NUMERO DE CICLOS RECOMENDADO
Hasta 0.10	200
Hasta 0.25	100
Hasta 0.50	60
Hasta 0.75	40
Hasta 1.00	30
Hasta 2.00	20
Hasta 5.00	15
Hasta 10.00	10
Hasta 20.00	8
Hasta 40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: Libro Análisis y mejoramiento de procesos de la empresa. Ortiz Néstor R. 1999.

- Por medio de una fórmula estadística para muestreo de datos.

El número de observaciones que harán parte de un estudio de tiempos por cronómetro depende básicamente de tres aspectos: del grado de variación que presenten los tiempos en cada ciclo, de la precisión de que se exija en la estimación y del nivel de confianza del estudio.

Inicialmente se debe registrar la duración de varios ciclos de trabajo, a éste grupo de datos se les llama “muestra preliminar” o “premuestra”. Aquí no es necesario dividir el ciclo en elementos, sólo se registra el tiempo global de cada ciclo de trabajo.

Con los datos de tiempo de la premuestra se calcula la desviación estándar. Luego se fija el nivel de confianza del estudio, de forma, que un estudio a nivel de confianza 99% requerirá de más observaciones que un estudio a un nivel de confianza de 85%.

Posteriormente se fija la precisión del estudio, es decir, el margen de error que se desea tener en la estimación del tiempo del ciclo; a manera de ejemplo, se podrá decir que cortar un trozo de madera dura 54 segundos en promedio con un margen de error de dos segundos (54 +/- 2).

Con la información anterior, se procede a realizar el cálculo del número de observaciones basadas en la siguiente fórmula:

$$N = (S * t_{\alpha/2, n-1})^2 / e^2$$

En donde:

S: es el valor correspondiente a la desviación estándar de la muestra,

T: es el valor obtenido en la tabla para la distribución t-student al nivel de confianza fijado,

e: representa el margen de error deseado expresado en unidades de tiempo (segundos o minutos).

5. Seleccionar el sistema de medición de tiempos

Cuando el cronómetro registra el tiempo del primer elemento e inmediatamente vuelve a cero para registrar el tiempo del segundo elemento y así sucesivamente, se dice que el sistema empleado es repetitivo o de vuelta a cero.

Cuando el cronómetro registra el tiempo del primer elemento y prosigue su marcha sin volver a cero, se dice que el sistema empleado es continuo o acumulativo, porque el tiempo registrado por el cronómetro para un elemento posterior es realmente un tiempo acumulado, que abarca desde el momento el que se inicio el estudio hasta el elemento en cuestión. Esto quiere decir, que

cuando se quiera calcular la duración de cada elemento se deberán hacer restas en forma sucesiva.

En sistema acumulativo es más práctico, dado que hoy en día con los cronómetros digitales es más fácil hacer el registro por el sistema repetitivo y de esta manera se evita el trabajo de hacer restas.

Algunos formatos de registro de tiempos incluyen dos columnas, una identificada con las letras LC y la otra con las letras TO, la primera indica la lectura del cronómetro y la segunda indica el tiempo observado. Si el sistema empleado es acumulativo, los datos de tiempo se registran en la columna LC y una vez calculados los valores de tiempo para cada elemento, estos se registran en la columna TO. Si el sistema seleccionado por el analista es el de repetitivo, solamente se registran datos en la columna de TO.

6. Seleccionar la escala de valoración a utilizar

De las tres escalas existentes, el analista selecciona a su criterio cualquiera de ellas: la de porcentajes, la británica, o la Bedoux.

7. Diseñar el formato de registro de datos

Es diseñado de acuerdo al criterio del analista y para proporcionarle mayor facilidad a la hora de realizar sus interpretaciones. Aquí se presenta un ejemplo de formato.

Formato 1 Registro de tiempos.

Nombre del proceso u operación a cronometrar: Nombre del producto / pieza: Fecha: Nombre del analista:		Hora de inicio: Tiempo de inspección inicial: Tiempo de inspección final: Hora de finalización:		
CICLO	DESCRIPCION ELEMENTOS	VALORACION	TIEMPO OBSERVADO	TIEMPO NORMALIZADO
1	1			
	2			
	3			
	4			
2	1			
	2			
	3			
	4			
.....			

Fuente: Libro Análisis y mejoramiento de procesos de la empresa. Ortiz Néstor R. 1999.

8. Registrar los datos

Para lograr una mejor representatividad de los datos recopilados se acostumbra a realizar el ejercicio de tiempos sin hacer interrupciones, es decir, el analista no podrá detenerse y dejar de registrar datos de tiempo entre ciclos, ni mucho menos entre elementos de un mismo ciclo.

El dato de “hora de inicio” se refiere a una hora definida previamente para iniciar el estudio de tiempos. A esa hora debe ponerse en marcha el cronómetro, aún cuando no concuerde ese momento con el primer elemento a registrar.

El dato “tiempo de inspección inicial”, se refiere al tiempo que registra el cronómetro desde la hora de inicio hasta que se comienza a cronometrar la duración del primer elemento (correspondiente al ciclo número uno).

Es importante que el analista no olvide que primero debe valorar el ritmo de trabajo del trabajador y enseguida debe anotar el tiempo que muestra el

cronómetro; esta operación se realiza para la totalidad de los elementos que hacen parte del estudio.

El dato de “tiempo de inspección inicial”, se refiere al tiempo que transcurre desde el registro del último elemento, hasta el momento en que se decide parar definitivamente el cronómetro. La hora exacta en que se detiene el cronómetro se anota como “hora de finalización”.

9. Calcular tiempo normalizado por elemento

El tiempo normalizado se obtiene aplicando un factor de corrección o valoración al tiempo observado.

Si para un elemento o actividad cualquier de un ciclo se registro como valoración 120 y como tiempo 10 minutos, quiere decir que el obrero trabajo a un poco más rápido de lo normal, de forma tal, que el tiempo “normal” debería ser un poco mayor. En este caso:

Tiempo normalizado: $1.20 * 10 = 12$ minutos

10. Tiempo normalizado promedio por elemento

Una vez calculados los tiempos normalizados, se debe establecer un valor promedio para cada uno de los elementos de cada ciclo. A manera de ejemplo, si en un estudio se registraron tiempos para de 15 ciclos de trabajo, resultaran entonces 15 tiempos normalizados para cada elemento del ciclo de trabajo y por tanto éstos deben promediarse.

11. Asignar suplementos

Los tiempos normalizados promedio de cada elemento se incrementan de acuerdo al suplemento que a cada uno de ellos le corresponda por descanso y necesidades personales, de allí se obtiene el tiempo asignado por elemento o actividad en cada caso.

Los tiempos asignados por elemento se suman y se obtiene el tiempo asignado total por ciclo de trabajo.

Finalmente se calcula el tiempo tipo del ciclo de trabajo al incrementar el tiempo asignado total con el suplemento por contingencia seleccionado para la empresa.

Cuando en el estudio aparece un elemento no repetitivo, el tiempo registrado para ese elemento debe distribuirse (según su frecuencia) entre varios ciclos de trabajo.

5.5 TIEMPOS PREDETERMINADOS

Cuando se habla de tiempos predeterminados se hace referencia a datos de tiempo genéricos que pueden ser utilizados para establecer el tiempo de una tarea. Los datos se encuentran organizados en tablas, siendo posible encontrar allí, el valor de tiempo correspondiente a cualquier movimiento básico que haga parte de la tarea.

Para establecer la duración de una tarea empleando la técnica de tiempos predeterminados, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Descomponer la tarea en micromovimientos o movimientos humanos básicos como por ejemplo: alcanzar, desmontar, soltar, etc.
2. Determinar los tiempos asignados a cada micromovimiento, utilizando para ello tablas de tiempos predeterminadas. Existen varios sistemas como el MTC, CSD, BTM, WORK FACTOR, etc.
3. Sumar todos los tiempos asignados a los movimientos básicos de la tarea o actividad.

4. Determinar los suplementos correspondientes (en caso de que el sistema no incluya los suplementos).
5. Calcular el tiempo tipo.

Este sistema aunque posee ventajas sobre la técnica del cronometraje (no hay que valorar ritmos de trabajo y además no se incomoda al trabajador) posee tres desventajas que lo hacen poco práctico:

- El analista debe estar muy bien preparado (sobre todo para poder identificar y fraccionar la actividad en micromovimientos).
- Es inapropiado cuando el ciclo de trabajo supere los 2 minutos
- Existe la posibilidad de que no aparezca un valor de tiempo para algún movimiento en particular.

Las anteriores desventajas constituyen una razón suficiente para no profundizar más en el tema, sin embargo, tanto tablas MTM, como ejemplos, pueden consultarse en cualquier libro de ingeniería de métodos.

5.6 MUESTREO DEL TRABAJO

Como su nombre lo indica es una técnica de muestreo estadístico, que permite analizar el trabajo de una persona o grupo de personas (cuadrilla) mediante la observación directa de todas las actividades que estos realicen en su puesto de trabajo durante un período determinado de tiempo, sin la necesidad de que el analista haga acto de presencia durante dicho período de tiempo.

La técnica consiste en programar, en forma aleatoria, la hora exacta en la cual visitará el puesto de trabajo del trabajador, a fin de observar y registrar lo que está

haciendo en ese momento. Es preciso anotar, que en un día se pueden programar muchas visitas en diferentes horas.

Es una de las técnicas más usadas para el análisis de tiempos.

El parámetro básico empleado en este tipo de estudio es el porcentaje de actividad del empleado y se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ actividad} = \frac{(\text{número de observaciones en actividades laborales})}{(\text{número de observaciones totales})} \times 100$$

Al calcular el porcentaje de actividad, también se podrá calcular el porcentaje de inactividad:

$$\% \text{ Porcentaje de inactividad} = 100\% - \% \text{ Porcentaje de actividad}$$

Desarrollar un estudio de muestreo de trabajo involucra varios pasos:

1. FASE DE PREPARACIÓN

En donde se debe:

- Fijar los objetivos generales y específicos del estudio.
- Definir las actividades a analizar, ya que también es posible establecer porcentajes de actividad para tareas específicas.
- Preparar a los analistas para que entiendan claramente lo que deben hacer y a los operarios para que comprendan la importancia del estudio y los beneficios generados.

2. FASE DE REALIZACIÓN

- Determinar el número de observaciones a realizar, lo cual permite hacerse de dos maneras:

1. Elaborando una gráfica en donde se consigne día tras día el valor del porcentaje de actividad actualizado, de tal forma que cuando el valor acumulado se estableciese, se termina el estudio.
2. Por medio de la fórmula:

$$N = (Z \alpha/2)^2 * P * (1-P) / e^2$$

En donde:

Z = Indica el valor obtenido de la distribución normal estándar para el nivel de confianza deseado en el estudio,

P = Indica el porcentaje de actividad obtenido a partir de las observaciones de muestra,

e = Indica el error máximo permitido para la estimación final (p), se expresa en porcentaje.

- Determinar la duración del estudio.

Si las actividades realizadas por la persona son las mismas durante todos los días, entonces el número de días requerido para el estudio es pequeño, sin embargo, si las actividades realizadas por el trabajador son muy variadas, entonces se requerirán más días para el estudio.

- Programar los instantes de observación.

Se debe conocer con anterioridad el instante exacto de visita al puesto de trabajo del trabajador, para ello se programa la hora en forma aleatoria.

La aleatoriedad sirve porque se controla la parcialidad del analista, ya que debe registrar lo que observa realmente en ese momento y la parcialidad del trabajador, ya que no sabe en qué momento lo van a venir a visitar.

- Diseñar formatos.

Los formatos se diseñan según las características especiales del estudio, como ya se dijo, es posible que se deseen establecer porcentajes de actividad diversas labores.

Formato 2 Registro de datos de muestreo de trabajo.

Empresa: Formato número 1		Día de observación:					
HORA	ACTIVIDAD						INACTIVIDAD
	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2	ACTIVIDAD 3	ACTIVIDAD 4	
8:05							
8:22							
8:45							
9:16							
:							
:							
:							
TOTALES							

Fuente: Libro Análisis y mejoramiento de procesos de la empresa. Ortiz Néstor R. 1999.

- Registrar los datos

Consiste simplemente en llenar las tablas y realizar los cálculos correspondientes.

3. FASE DE ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Calcular los porcentajes de actividad e inactividad deseados.
- Conclusiones generales del estudio
- Gráfica de control estadístico para la variable P.

La técnica de muestreo del trabajo no sólo se utiliza para establecer tiempos tipo, sino que también puede emplearse para recolectar otro tipo de información, como:

a) Información tendiente a medir la eficiencia de los trabajadores

Calcular porcentajes de inactividad para empleados que desarrollan una misma actividad y a los cuales se les exige un nivel de respuesta preestablecida, puede ser un parámetro válido de comparación de eficiencias entre empleados.

b) Información para establecer la carga de trabajo de los trabajadores

El porcentaje de actividad refleja la cantidad de actividades que realiza una persona durante su jornada de trabajo, sin embargo, es bueno tener en cuenta un alto porcentaje de actividad también puede ser el resultado de la lenta ejecución de las tareas asignadas. De tal forma, que es conveniente acompañar el resultado obtenido con la información adicional que permita llegar a mejores conclusiones sobre la carga de trabajo de una persona.

c) Información para determinar el porcentaje de suplementos de una tarea

Dada la relación evidente entre lo que significa un suplemento y lo que significa la inactividad del trabajador, se llega a la conclusión, de que el porcentaje de suplementos será el valor correspondiente al porcentaje de inactividad.

d) Información para calcular tiempos tipo

Para establecer el tiempo tipo de una tarea por medio de esta técnica se debe diseñar un formato de registro, así:

Formato 3 Diseño cuando se desea establecer tiempos.

Número de observación	Actividad (ejecutando la tarea)	Inactividad	Otras actividades
1			
2			
3			
.			
.			

Fuente: Libro Análisis y mejoramiento de procesos de la empresa. Ortiz Néstor R. 1999.

En la columna de actividad, se registra una equis (o puede registrarse el ritmo de trabajo del trabajador) si en el momento de hacer la observación se encuentra ejecutando una tarea.

En la columna de inactividad se indica con una equis(x) si en el momento de hacer la observación el trabajador no se encuentra realizando actividad alguna.

En la columna de otras actividades se coloca una equis(x) si en el momento de hacer la observación el trabajador está desarrollando una actividad diferente a la tarea.

La fórmula básica para establecer el tiempo asignado para la tarea es la siguiente:

$$\text{tiempo básico} = \frac{(\% \text{ de actividad} \times \text{duración del estudio} \times \frac{\text{prom. variaciones}}{100})}{\text{número de unidades o actividades ejecutadas}}$$

El promedio de las valoraciones lo estima el analista al terminar el estudio.

El tiempo tipo, incluyendo los suplementarios será:

- Si se asignan los suplementarios tal y como se hizo en la técnica del cronometraje:

$$\mathbf{T_a = T_b * (1 + \% \text{ tabla})}$$

Donde:

Ta: es el tiempo asignado

Tb: es el tiempo básico

% tabla: es el porcentaje que aparece en las tablas.

- Si se asignan los suplementos obtenidos por la técnica de muestreo de trabajo:

$$\mathbf{T_t = T_b / (1 - \% \text{ inactividad})}$$

Donde:

Tt: es el tiempo tipo

Tb: es el tiempo básico

% inactividad: es el porcentaje de inactividad.

Luego:

$$\mathbf{T_t = T_a / (1 - \% \text{ contingencia})}$$

Donde:

Tt: es el tiempo tipo

% contingencia: es el porcentaje de contingencias.

El estudio de tiempos a través de esta técnica presenta varias ventajas:

- Es muy económico
- No requiere personal calificado
- No interfiere en la actividad del trabajador
- Presenta poca parcialidad por parte del trabajador

Y las siguientes desventajas:

- No aparece un registro del método empleado por el trabajador
- Es un método aproximado y por lo tanto sus resultados tienen una connotación probabilística.

5.7 INFORME DE CONTROL: “ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS”

5.7.1 Objetivos

- Realizar un estudio de trabajo para las diferentes actividades que se desarrollan en la obra, partiendo de un análisis de tiempos detallado para ejecutar cada actividad según el elemento.
- Proporcionar información puntual a los directivos sobre los diferentes análisis de los procesos en estudio, así como los diferentes rendimientos que estos han presentado durante el periodo de estudio.

5.7.2 Metodología

Hablar de una buena estrategia para mantener la competitividad empresarial, se traduce en una disminución en los costos de producción; sin embargo una real disminución de costos se logra al disminuir los tiempos de fabricación de los elementos, o en nuestro caso la disminución en los tiempos de ejecución de las actividades constructivas, por lo cual se hace indispensable establecer métodos y criterios de medición de tiempos confiables, que nos permitan recolectar información real y certera acerca de la eficiencia de los procesos productivos, con el fin de evaluarlos y en caso de ser necesario establecer estrategias de mejoramiento continuo para aquellas actividades que lo requieran.

Para este caso en particular, en donde se busca determinar los tiempos reales de ejecución fue necesario realizar un análisis de rendimientos de las actividades

que se practican dentro de la obra. La herramienta utilizada se basó en un estudio de tiempos, conocida como **muestreo del trabajo**, el cual tiene como propósito establecer la duración de una tarea específica, calculando tiempos mediante el registro (en forma aleatoria) de las actividades realizadas por el trabajador durante su jornada laboral. Los datos de tiempo son registrados en formatos previamente diseñados.

A continuación se presentan los pasos a seguir para obtener finalmente el tiempo y rendimiento tipo para cada actividad:

1. Se definió la metodología de trabajo, la cual indica la manera de cómo se ha de ejecutar el trabajo.
2. Se identificaron diferentes elementos base para el estudio, de forma aleatoria, solo se tuvo en cuenta que no todos fueran de una misma tipología para observar las posibles variaciones.
3. Los elementos en estudio en este periodo de análisis fueron caisson, columnas y vigas descolgadas.
4. Se determinó el ciclo de trabajo (Actividad para la toma de tiempo).
5. División del ciclo de trabajo en sub-actividades, identificando claramente momentos de inicio y finalización.

Es importante tener claro que se parte del hecho que los operarios involucrados en la ejecución de las actividades en estudio, son personas “calificadas” en cuanto

a la habilidad para desarrollar el trabajo, por lo cual se asume que los trabajadores desarrollan su actividad a un ritmo constante. Esto con el fin de recolectar datos confiables y reales.

De otro lado se entiende como ritmo de trabajo la velocidad con la que el trabajador ejecuta su labor, de tal forma que si la ejecución se hace a un ritmo lento, el tiempo registrado será superior al real, por el contrario, si la ejecución se hace a un ritmo rápido, el tiempo registrado será inferior a la real. Determinar el ritmo de trabajo de las personas es necesario en un estudio de tiempos, ya que el hecho de seleccionar un trabajador capacitado no indica que este siempre trabaje al mismo ritmo (ritmo promedio). Es por esto que se trabajo con tiempos normalizados, aplicando un factor de corrección bajo la siguiente escala de valoración por porcentajes.

ESCALAS	MÁS LENTO	RITMO NORMAL	MÁS RÁPIDO
Porcentaje	Valor menor a 100	100	Valor mayor a 100

Esta valoración es una medida subjetiva, ya que el analista compara el ritmo de trabajo del los trabajadores que se está observando con lo que él considera que debe ser el ritmo normal. El ritmo normal será el que puede mantener un trabajador calificado durante su jornada de trabajo sin excesiva fatiga física o mental y que no se encuentra bajo el estímulo de una remuneración por rendimiento.

Una vez recopilada la información como lo son: fechas de inicio y finalización de las actividades, conformación de cuadrillas, duración en horas para el desarrollo de las actividades, cantidad de obra ejecutada, identificación de elementos y tipología, entre otros; se procede a realizar los cálculos de rendimientos para cada una de las actividades obra. Después de registrar varios datos y tomando estos

como una muestra representativa se establece el valor de rendimiento promedio para cada actividad.

5.7.3 Trabajo de Campo

Las actividades en estudio fueron aquellas principales e indispensables para la construcción de los elementos de caisson, columnas y vigas descolgadas para placa.

Tabla 12 Actividades para seguimiento en campo.

ELEMENTO	ACTIVIDADES PRINCIPALES	Unidad
Caisson	Excavación Anillos	M ³
	Armado Acero Anillo	Kg
	Fundida Anillo	M ³
	Armado Acero Pilote	Kg
	Fundida Pilote	M ³
Columna	Armado Acero Columna	Kg
	Fundida Columna	M ³
Vigas Placa	Montaje de andamios	M³
	Armado de vigas postensadas	Kg
	Instalación de tableros	M²

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran el resumen de los diferentes datos recopilados, ver cuadros **anexos tablas de rendimientos**.

Tabla 13 Análisis promedio de rendimientos para actividades en obra.

Proceso Constructivo	Elemento	Actividades	Cuadrilla		Rendimiento Promedio	Unidad	
			Of	Ay			
Cimentación	Caisson	Excavación Anillo	0	2	10.17	HH/M ³	
		Armado Acero Anillo	1	2	0.11	HH/Kg	
		Concreto Anillo	1	4	3.23	HH/M ³	
	Pilote	Armado Acero Pilote	2	4	0.08	HH/Kg	
		Concreto Pilote	1	2	0.44	HH/M ³	
Estructura	Columnas	Fase 1	Armado Acero Columna	2	4	0.04	HH/Kg
			Encofrado Columna	2	2	1,61	HH/M ²
			Concreto Columna	4	9	1.86	HH/M ³
			Desencofrado Columna	1	3	0.97	HH/M ²
		Fase 2	Armado Acero Columna	2	3	0.04	HH/Kg
			Encofrado Columna	2	3	1.97	HH/M ²
			Concreto Columna	5	7	2.44	HH/M ³
			Desencofrado Columna	1	3	0.58	HH/M ²
		Fase 3	Armado Acero Columna	2	4	0.03	HH/Kg
			Encofrado Columna	2	4	1,78	HH/M ²
			Concreto Columna	3	8	2.26	HH/M ³

			Desencofrado Columna	1	3	0.81	HH/M ²
Vigas Descolgadas	Montaje de Andamios	Vigas Principales	1	2	0.35	HH/M ³	
		Vigas Secundarias	1	2	0.31	HH/M ³	
		Carga Amarillo	1	3	0.33	HH/M ³	
	Armado Vigas Postensadas	Vigas Principales	2	4	0.065	HH/Kg	
		Vigas Secundarias	1	3	0,065	HH/Kg	
	Instalación de Tableros	Vigas Principales	1	2	1.85	HH/M ²	
		Vigas Secundarias	1	2	2.24	HH/M ²	

Fuente: Elaboración propia.

Para el complemento de nuestro “Manual de análisis comparativo para la implementación y montaje de sistemas de soporte multidireccional y andamios de carga.”, sólo vamos a tener en cuenta los muestreos de trabajo realizados a las actividades de:

- **Montaje de Andamios y Tableros (Ver Anexos)**

Actividad – Seguimiento montaje de andamios de carga multidireccionales IMPAC

Después que las cuadrillas realizan el replanteo y colocación de tablonces comienza el seguimiento del tiempo que se emplea en el montaje de andamios multidireccionales IMPAC, donde el montaje se hace según la modulación de los tipos de andamios (**VER ANEXO**) que se tiene tanto para vigas principales que son de 1.5m de ancho y con vanos más pequeños y para vigas secundarias donde son de 1.2m de ancho y perfiles más largos.

En el desarrollo del montaje de este tipo de andamios se requiere un mayor manejo de elementos o perfiles tubulares por consiguiente una mayor participación de todos los miembros de la cuadrilla, para el acarreo de perfiles, para alcanzar y asegurar los perfiles, por lo que el trabajo de todo el grupo tiende a ser constante, hay mayor participación de los ayudante durante el proceso.

Actividad – Seguimiento montaje de andamios de carga amarillos (IMPAC-UNISPAN)

Después que las cuadrillas realizan el replanteo y colocación de tablonces comienza el seguimiento del tiempo que se emplea en el montaje de andamios

amarillos, donde cada torrecilla la conforman 7 secciones y se remata con la colocación de las platinas de nivelación.

Como se puede ver en el cuadro de datos de rendimientos la conformación de las cuadrillas varía bastante, entre 1Of+2Ay, 1Of+3Ay y 1Of+4Ay; que en ciertas ubicaciones se adaptaron para trabajar a buen ritmo, es el caso de la viga 8 (B-B') donde la conformación 1Of+4Ay se vio que se subían de a 2 torrecillas al tiempo y genero un rendimiento normal, pero también se observa que sobre la viga 7' (B'-C) la cuadrilla 1Of +4Ay no genero un buen rendimiento y se presento sobrepoblación en el desarrollo de la actividad, dada la mala organización.

Actividad – Seguimiento montaje de vigas metálicas y tableros metálicos

Esta actividad consiste en el montaje las vigas longitudinales (6m-4m) aseguradas con tornillos y vigas transversales (4m-3m) aseguradas con las jotas, para proseguir con el montaje de los tableros metálicos, que para las vigas principales se montan 3 filas de tableros para un ancho total de 1.70m y para las vigas secundarias se montan 2 filas de tableros para un ancho total de 0.8m.

Del cuadro de rendimientos se deduce que la instalación de los tableros para las vigas secundarias tienen un rendimiento “menor” que la instalación de los tableros de para vigas principales, dado a que el tiempo de maniobra de los tableros de 0.4m*2.4m es casi igual a maniobrar un tablero de 0.6m*2.4m (33.33% de > área) o maniobrar uno de 0.5m*2.4m (20% de > área), por lo que se genera la descompensación en los m² instalados y el respectivo tiempo empleado al comparar ambos rendimientos y da una idea errónea de que en las vigas secundarias el rendimiento es menor, por eso se establecerá un solo rendimiento promedio de montaje de tableros.

- **Construcción Vigas Placa Postensado (Ver Anexos)**

Actividad – Seguimiento Armado del refuerzo de vigas placa Postensado

Este seguimiento se lleva a cabo desde el inicio del amarre del refuerzo longitudinal de la respectiva viga, llevando un constante acompañamiento entre las jornadas diarias, para poder tener un dato puntual de la conformación inicial de la cuadrilla y los posibles cambios que se generen durante el día.

El rendimiento calculado se deriva a los tiempos en horas que suman los días en que se registraron trabajos en la respectiva viga y al corte de obra que se verifico según las barras y cantidad exacta de estribos amarrados, para los respectivos días en que se trabajo.

Actividad – Fundida modulo I de vigas Placa Postensadas

Este seguimiento se realiza sólo el día que se realiza la fundida del modulo respectivo, en este caso el I modulo que se hizo el 30 de agosto de 2010, y comprende toda la jornada desde que se descarga el primer m³ de concreto hasta que se realiza el conforme para finalizar la fundida. Observándose una gran variación en las cuadrillas a lo largo de la actividad debido a que la fundida se realizo por sectores y por lo tanto a medida que se necesitaba personal este se desplazaba de un sector a otro. Se realizaron 4 muestreos de trabajo en diferentes lapsos de la actividad y se obtuvieron los siguientes datos (**VER ANEXOS DE MODULACIÓN DE VIGAS**).

5.8 ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS Y AFECTACIÓN EN LOS COSTOS DE LA MANO DE OBRA Y EN LA PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO

- 1) Se toman los datos en campo de las actividades correspondientes a armado de andamios para vigas descolgadas y armado de andamios para losa placa, por parte de los Asistentes de Seguimiento y Control.
- 2) Se realiza el respectivo análisis de datos de campo y se obtiene el valor estimativo sobre el rendimiento de la Mano de Obra para cada una de las actividades en mención. (Formaleta de fondo, Armado de refuerzo, Encofrado, Fundida, Curado).
- 3) Se toman estos valores y se elabora un informe general de CONTROL Y RENDIMIENTOS, para distintas actividades constructivas en ejecución (cimentación, estructura, alcantarillado, etc.).
- 4) El informe pasa a ser analizado por el departamento de CONTROL INTERNO O CONTROL DE COSTOS, en donde se extrae la información pertinente para elaborar el respectivo unitario de la actividad general que se requiera evaluar, en este caso las actividades generales son:
 - VIGAS PLACA PQP
 - LOSA PLACA PQP

Dichas actividades generales se componen de varias subactividades a las cuales se les analiza el respectivo rendimiento de la mano de obra para ejecutar dicha subactividad. Así:

Tabla 14 Actividades para seguimiento y control de costos.

ACTIVIDAD GENERAL	SUBACTIVIDAD	UNIDAD	RENDMTO X UNID MANO DE OBRA
VIGAS PLACA POP	FORMALETA FONDO	m2	hh/m2
	ARMADO REFUERZO	kg	hh/kg
	ENCOFRADO	MI	hh/MI
	FUNDIDA	m3	hh/m3
	CURADO	m3	hh/m3

ACTIVIDAD GENERAL	SUBACTIVIDAD	UNIDAD	RENDMTO X UNID MANO DE OBRA
LOSA PLACA POP	FORMALETA FONDO	m2	hh/m2
	ARMADO REFUERZO	kg	hh/kg
	ENCOFRADO	MI	hh/MI
	FUNDIDA	m3	hh/m3
	CURADO	m3	hh/m3

Fuente: Elaboración propia.

Se busca luego unificar las unidades de todas las subactividades en una única unidad general de rendimiento de Mano de Obra, que en este caso será la de (hh/m³).

También debemos tener en cuenta que este rendimiento de mano de obra se hace para 1 m³ de viga con la sección transversal más crítica (1.2m x 1.7m).

- 5) Con el respectivo análisis de la nomina cada veintena se obtiene el valor de la hora-hombre (\$/hh).
- 6) Unificación del total de horas-hombre en cada subactividad para poder hallar el costo de la Mano de Obra.

Tabla 15 Unificación de unidades de rendimiento.

horas-hombre por subactividad	horas-hombre por actividad
horas-hombre formaleta de fondo	horas-hombre
horas-hombre armado de refuerzo	vigas placa PQP
horas-hombre encofrado	totales
horas-hombre fundida	(hh/m ³ totales)
horas-hombre curado	

horas-hombre por subactividad	horas-hombre por actividad
horas-hombre formaleta de fondo	horas-hombre
horas-hombre armado de refuerzo	losa placa PQP
horas-hombre encofrado	totales
horas-hombre fundida	(hh/m ³ totales)
horas-hombre curado	

Fuente: Elaboración propia.

- 7) Teniendo ya la cantidad total de las horas-hombre por actividad (hh/m³) y también el valor de la hora-hombre para la respectiva veintena (\$/hh), obtenemos el valor del costo por m³ para la actividad general:

$$\text{hh/m}^3 \times \text{\$/hh} = \text{\$/m}^3$$

- 8) Ahora si se puede obtener el valor total de la actividad general en lo referente a mano de obra, ya que se tienen las cantidades de obra totales que se van a ejecutar y se proyecta el incremento en este valor.
- 9) Luego se elabora el A.P.U para la actividad general sólo para el componente de Mano de Obra, quedaría pendiente elaborar el componente de Materiales y el de Equipos, que está a cargo de otro departamento del proyecto.

Tabla 16 A.P.U. Componente de mano de obra.

1m³ = 1.7 base, 1.2 altura, 0.4902 fondo

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RENDIMIENTO	UNIDAD	UNIDAD UNIFICADA	\$/hh	\$/m ³	(\$/m ³)*%utilidad	VALOR TOTAL X m ³
				un/m ³	en hh / m ³	costo hh	tot	
	Armado de formaleta de fondo	2.2	hh/m ²	0.83334	1.833348	4000	7333.392	11733.4272
	Encofrado	2.64	hh/ml	0.58824	1.5529536	4000	6211.8144	12423.6288
	Aceros	0.065	hh/kg	135	8.775	4000	35100	35100
VIGAS PLACA POP	Fundida concreto	1.5	hh/m ³	1	1.5	4000	6000	6000
	Curado	0.05	hh/m ³	1	0.05	4000	200	200
								65457.056
								81821.32 \$
								82.000.00

Fuente: Elaboración propia.

- 10) Ahora se inserta este valor de la Mano de Obra para esta actividad en general en estándar de Mano de obra del sistema de control de obras: **CONTROL-OBRA** de Urbanas S.A. para tenerlo en cuenta a la hora de elaborar el presupuesto general de la obra y por ende su respectiva programación.

Figura 100 CONTROL- OBRA. Estándar de mano de obra.

Estandar de Mano de Obra .:

Movimiento Registro Consulta Salir

ACTIVIDAD: 4067 DESTINO: DEP

NOMBRE ACT: VIGAS PLACA POP ACT. LIDER: 0103001 CAJAS DE INSPECCION

CANTIDAD PRES: 0 FACTOR REP PRES: 0 FECHA ACT.: 09/08/2010

CANTIDAD REAL: 1050 FACTOR REP REAL: 1 ENTREGADO: \$ 0.00

DESTINO	ACTIVIDAD	NOMBRE ACT	CANTIDAD	CANT REAL	FACTOR REP	FACTOR REP REAL	ENTREGADO	FECHA ACT
DEP	4059	MICROPILOTES	0	120	0	0	\$ 0.00	03/24/2010
DEP	4066	LOSA PLACA POP	0	1	0	1	\$ 0.00	07/23/2010
DEP	4067	VIGAS PLACA POP	0	1050	0	1	\$ 0.00	09/08/2010
DEP	9545	CONCRETO 5000 PSI (350 KG/CM2) PARA COLUMNAS	4200	545	1	1		08/19/2010
DEP	9546	CONCRETO 5000 PSI (350 KG/CM2) PARA PLACA ALIGERADA H=1.60 MTS	18800	1033	1	1		01/04/2010
ELE	1359	SAUDA TOMACORRIENTE PT 110V (COMPLETA)	310	310	1	0		12/21/2009

<< ITEMS DEL ESTANDAR >>

RECURSO	DESCRIPCION	UND	CANT*DEST	CANT*DEST REAL	VALOR CONTRATADO	VALOR UNITARIO	Afecta
LABO	ARMAR E INCOR FONDA VIGA	M3	0	1050		\$ 02,000.00	X

Obra B8 METROLINEA-PQP

Fuente: Sistema de Control de Obra.

CONCLUSIONES

1. La experiencia de poder desempeñarme en un nuevo ambiente de trabajo como estudiante en práctica empresarial de último semestre en la empresa **CONSORCIO E.M.**, durante la construcción de una obra de ingeniería tan importante, afianzó mi proceso de formación académica entorno a una gran cantidad de actividades e información que logre manejar durante mi estancia en dicho proyecto y a la instrucción recibida por parte de mis superiores.
2. Dado al alto nivel de calidad en los procesos que manejó el **CONSORCIO E.M.** en todas sus etapas, exige al practicante una rápida adaptación a la gran cantidad actividades que se van desarrollando durante el transcurso de la obra, por lo que genera en el estudiante un mejoramiento continuo en la organización de su tiempo y capacidad de producir mejores resultados en el cumplimiento de las labores de Asistencia y Control.
3. Como estudiante en práctica se tiene la gran oportunidad de comenzar la formación profesional de obra desde los procesos más básicos del funcionamiento administrativo de la obra como lo es el manejo del archivo documental, todas sus carpetas y formatos de la obra, hasta procesos y actividades que requieren un gran nivel técnico y de conocimiento.

4. Aprender a manejar un proceso de gran importancia dentro del funcionamiento de las obras como es el Seguimiento y Control de Actividades, que va desde la toma de lista diaria para tener datos válidos de control de personal, la toma de muestreos de trabajo, el cálculo de las cantidades de obra y análisis de rendimientos contribuyeron al complemento de mi formación académica.
5. En una empresa que exige una organización muy acertada en cuanto a la seguridad industrial, dado el nivel de riesgo en el que se labora en la obra, es vital garantizar la vida de todo el personal, y se necesita del apoyo de todos y un gran esfuerzo para consolidar un amplio programa de seguridad industrial, desde el ámbito legal tanto civil como el penal, la planificación y ejecución de un proceso de panorama de riesgo, el fortalecimiento del programa de salud ocupacional, implementando estándares de seguridad para los trabajos más riesgosos, y continuas charlas instructivas por parte de personal de SISO.
6. Tener que interactuar con los planos de diseño de las diferentes actividades de construcción durante la Asistencia de Seguimiento de Obra, estar presente en algunos de los comités de obra y reuniones del comité técnico discutiendo las observaciones y cambios a los diseños, me han permitido tener una mejor visualización y entendimiento del proceso de diseño, así también cómo iniciar un determinado proceso constructivo interrelacionando cada actividad y su desarrollo que marca la programación general de la obra.

7. Uno de los aprendizajes más valiosos que logre desarrollar fue elaborar el aporte de la práctica: **“MANUAL DE ANALISIS COMPARATIVO PARA LA IMPLEMENTACION Y MONTAJE DE SISTEMAS DE SOPORTE MULTIDIRECCIONAL Y ANDAMIOS DE CARGA”**, basado en la información técnica proporcionada por los proveedores y fundamentada en el marco de la normatividad Colombiana establecida en diferentes documentos como las normas NTC del ICONTEC, entre otros documentos normativos al respecto.

8. Es vital dentro de la formación como Ingeniero Civil aprender de los trabajadores, maestros de obra, supervisores, arquitectos e ingenieros de sus experiencias e instrucciones operativas y técnicas de cada actividad de construcción ejecutada en la obra, también conocer e identificar los diferentes tipos de materiales de construcción utilizados.

9. Al encontrarme formado en todos los aspectos humanos y académicos en una gran institución como es la Universidad Industrial de Santander, la cual me brindo un universo tan variado de aprendizaje e ideas, permitieron que me desempeñara correcta y honestamente en un ambiente laboral tan acelerado y complicado como lo es este proyecto de construcción por parte de CONSORCIO E.M., lo que me permitió ir madurando en mi perfil como profesional de Ingeniería Civil.

RECOMENDACIONES

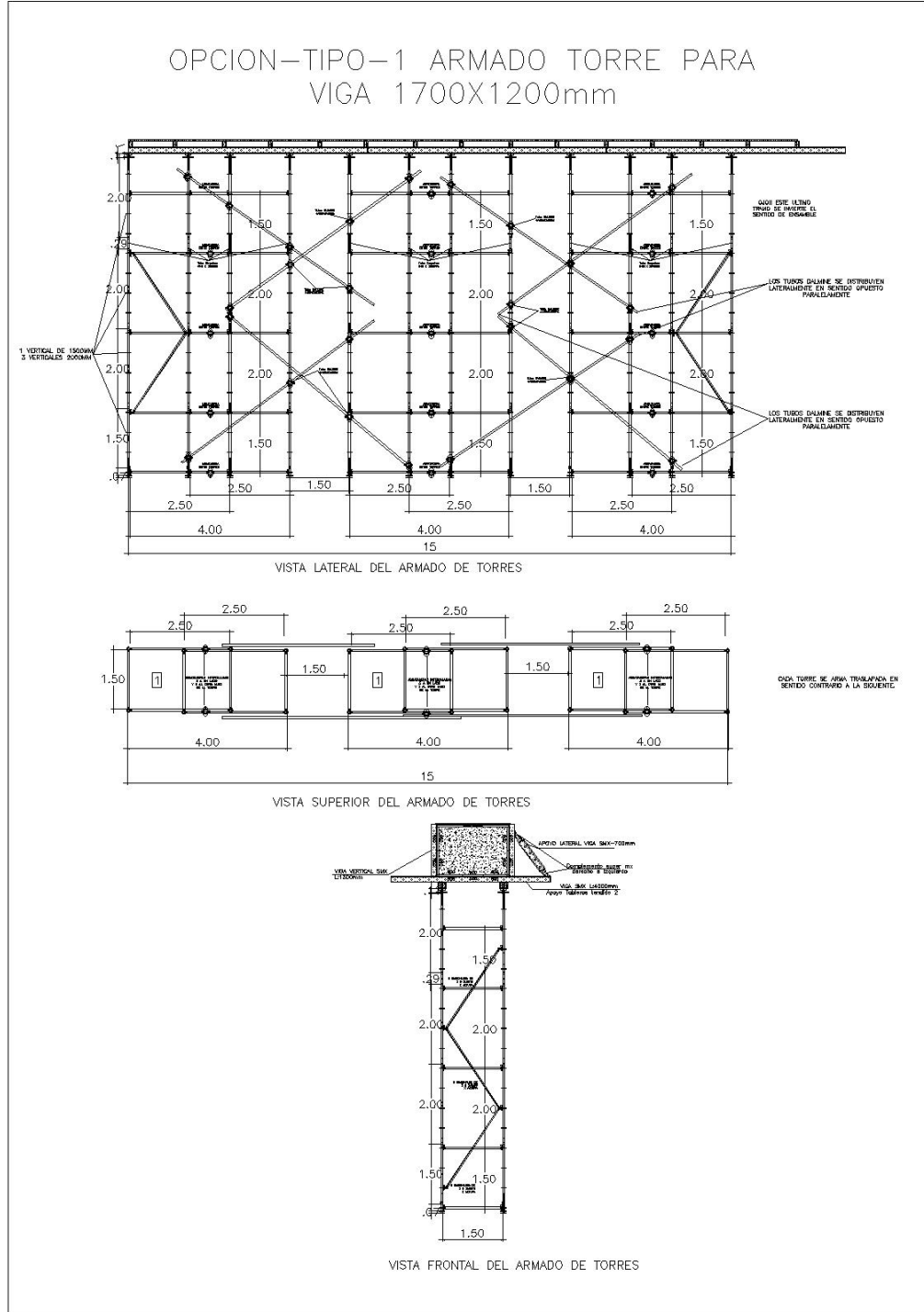
1. Como recomendación se debe implementar que la información recopilada en el aporte de la práctica empresarial sea utilizada por los estudiantes de ingeniería civil en cualquier consulta que tengan sobre estos equipos auxiliares de construcción tan vitales para llevar a cabo cualquier obra, así mismo se debe entregar este manual en todas las obras para que sirva de consulta de los profesionales y personal que lo requiera.
2. Otra recomendación importante es fortalecer y actualizar este tipo de manuales en base a los avances que se tengan en materia de sistemas de soporte y andamios de carga, así como en normatividad que tenga que ver con el uso de estos equipos.
3. Se recomienda implantar todo el instructivo de este manual, así como el Programa de Seguridad Industrial basado en una amplia información y formatos para evidenciar que todo el personal de obras este debidamente instruido y prevenido sobre el uso de este equipo auxiliar de construcción con el fin garantizar una adecuada implementación y montaje de los determinados sistemas y por ende tener una baja accidentalidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Ledo, José M.** Monografías sobre construcción y arquitectura. Andamios, apeos y entibaciones. España: CEAC, 1970.
2. **Ortiz, Néstor Raúl.** Análisis y mejoramiento de procesos de la empresa. Capítulos 8 y 9. Escuela de estudios industriales y empresariales. Colombia. UIS, 1999.
3. **Botero Botero, Luis Fernando.** Construcción sin pérdidas. 2^{da} Edición. Biblioteca CONSTRUDATA. LEGIS. Colombia, 2006.
4. **ICONTEC**, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 1641. Higiene y Seguridad. Andamios. Definiciones y Clasificación. Bogotá, D.C. 1981-08-19.
5. **ICONTEC**, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 1642. Higiene y Seguridad. Andamios. Requisitos Generales de Seguridad. Bogotá, D.C. 1981-08-19.
6. **ICONTEC**, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 1735. Higiene y Seguridad. Andamios Tubulares. Requisitos de Seguridad. Bogotá, D.C. 1982-05-19.

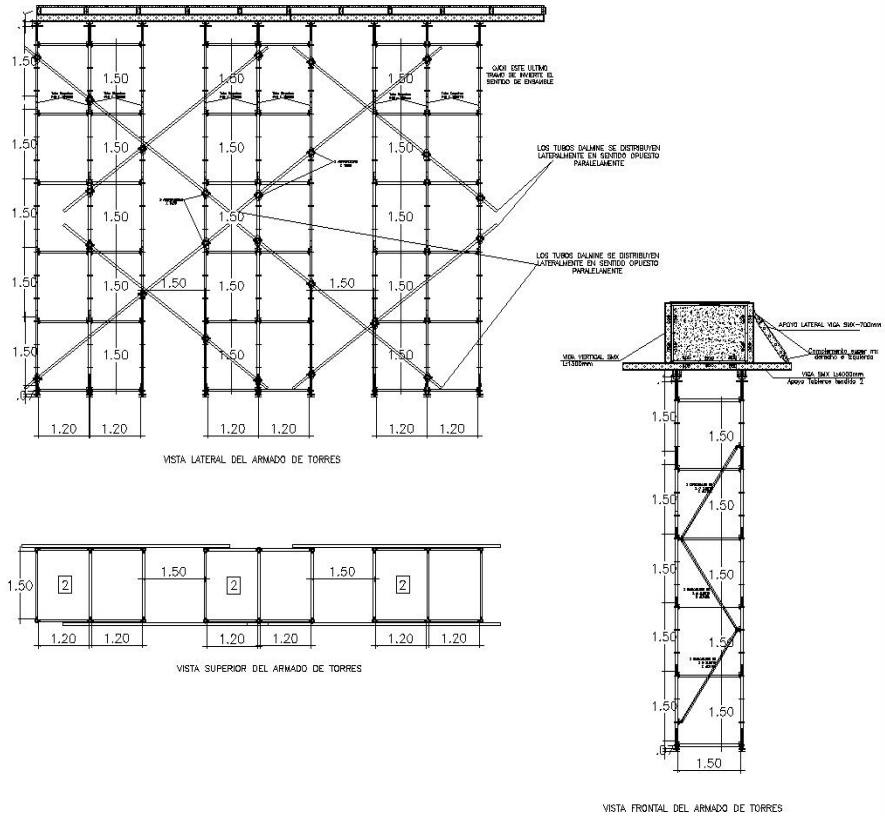
ANEXOS

ANEXO 1 MODULACIÓN DE ANDAMIOS PARA VIGAS TIPO 1.

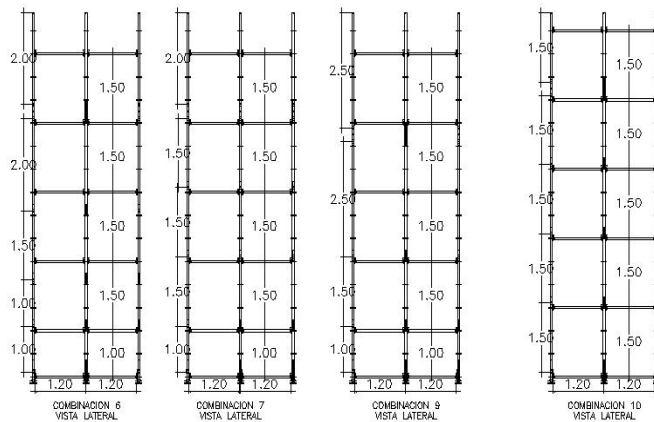


ANEXO 2 MODULACIÓN DE ANDAMIOS PARA VIGAS TIPO 2.

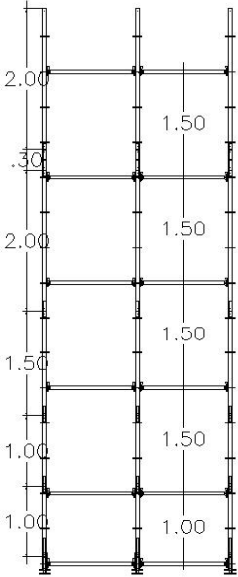
OPCION TIPO-2 ARMADO TORRE PARA VIGA 1700X1200mm



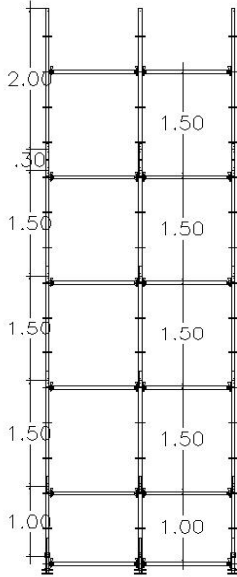
COMBINACION DE VERTICALES PARA TORRE TIPO-2



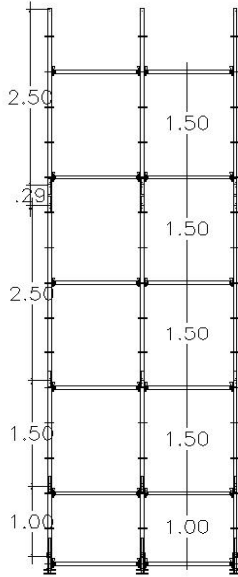
COMBINACION DE VERTICALES PARA TORRE TIPO-2



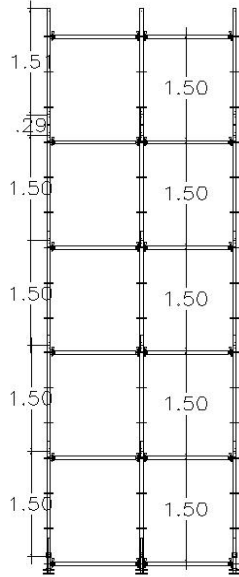
COMBINACION 6
VISTA LATERAL



COMBINACION 7
VISTA LATERAL



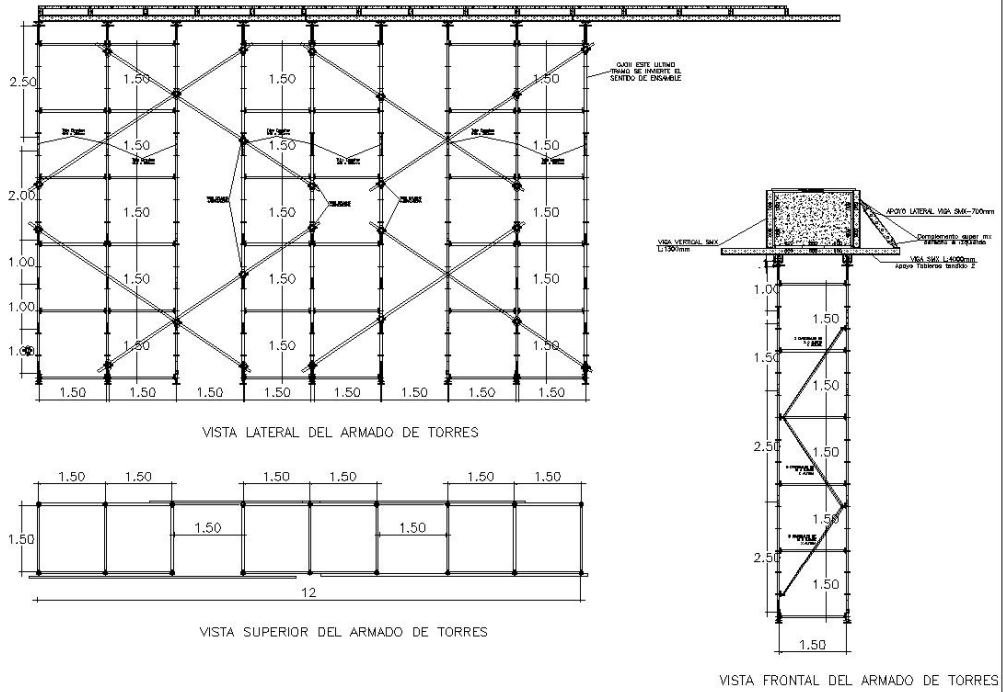
COMBINACION 9
VISTA LATERAL



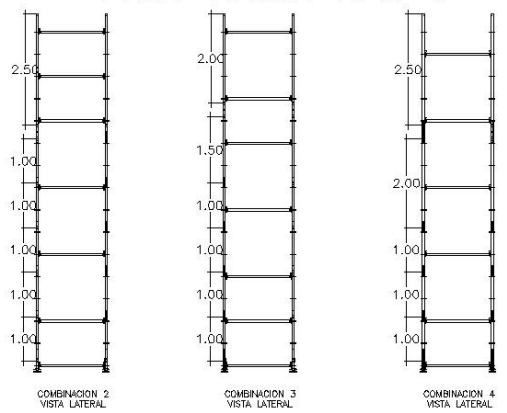
COMBINACION 10
VISTA LATERAL

ANEXO 3 MODULACIÓN DE ANDAMIOS PARA VIGAS TIPO 3.

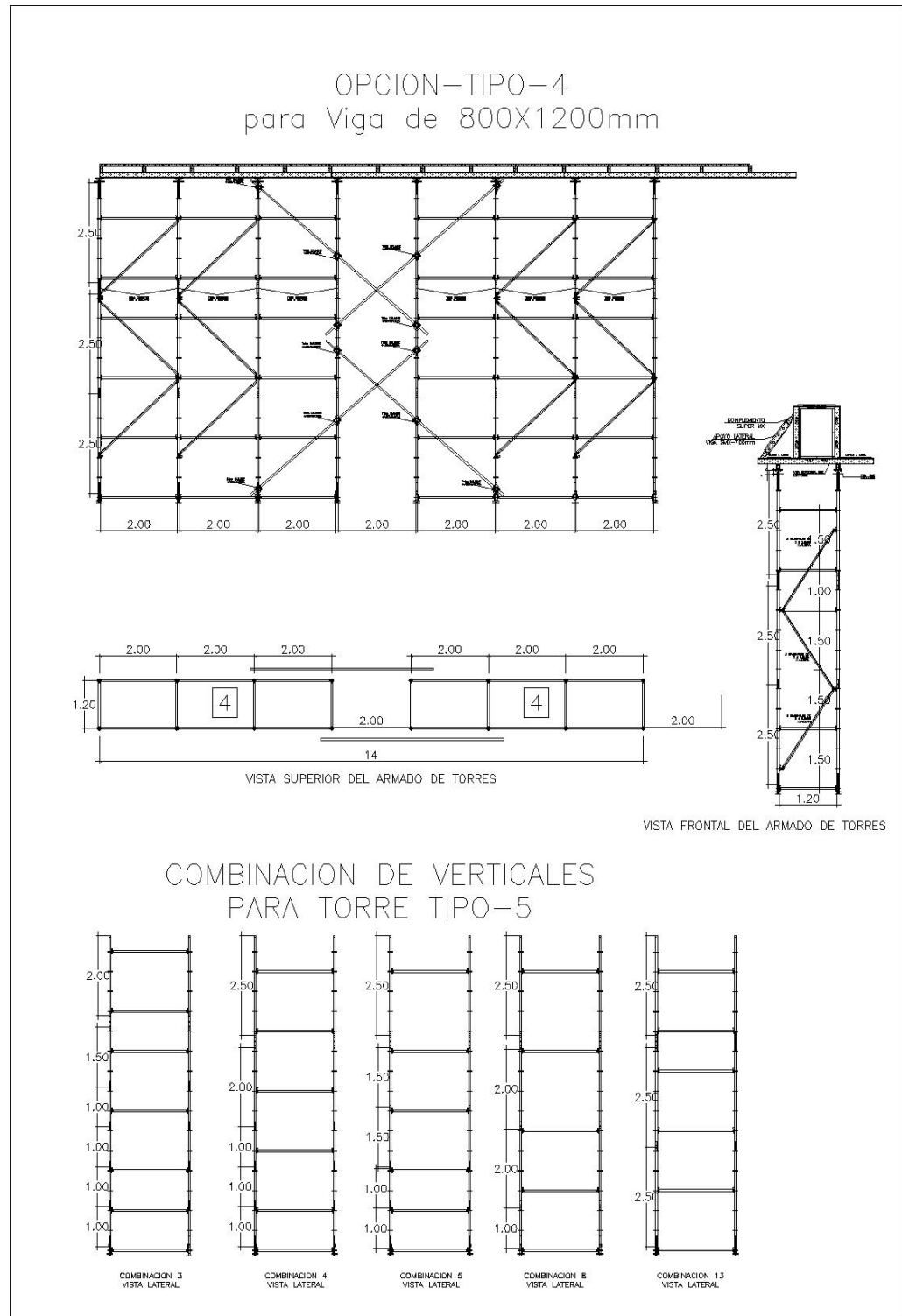
OPCION-TIPO-3 ARMADO TORRE PARA VIGA 1700X1200mm



COMBINACION DE VERTICALES PARA TORRE TIPO-3

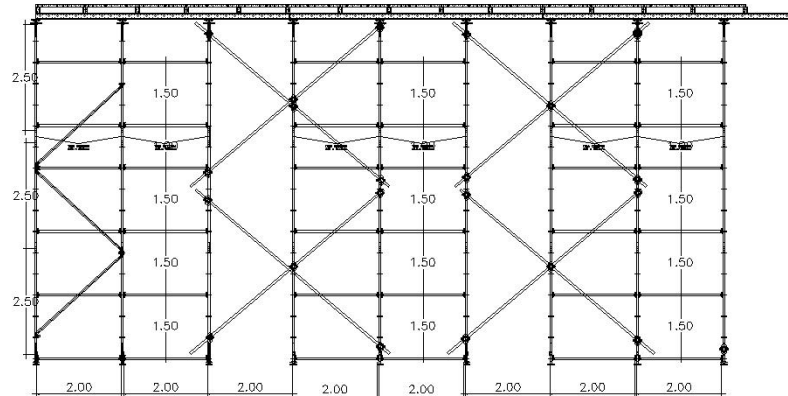


ANEXO 4 MODULACIÓN DE ANDAMIOS PARA VIGAS TIPO 4.

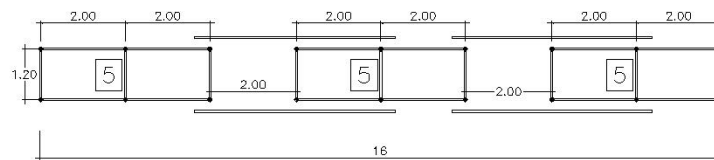


ANEXO 5 MODULACIÓN DE ANDAMIOS PARA VIGAS TIPO 5.

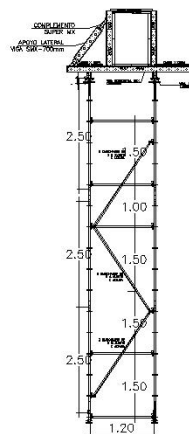
OPCION-TIPO-5 para Viga de 800X1200mm



VISTA LATERAL DEL ARMADO DE TORRES

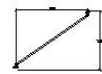
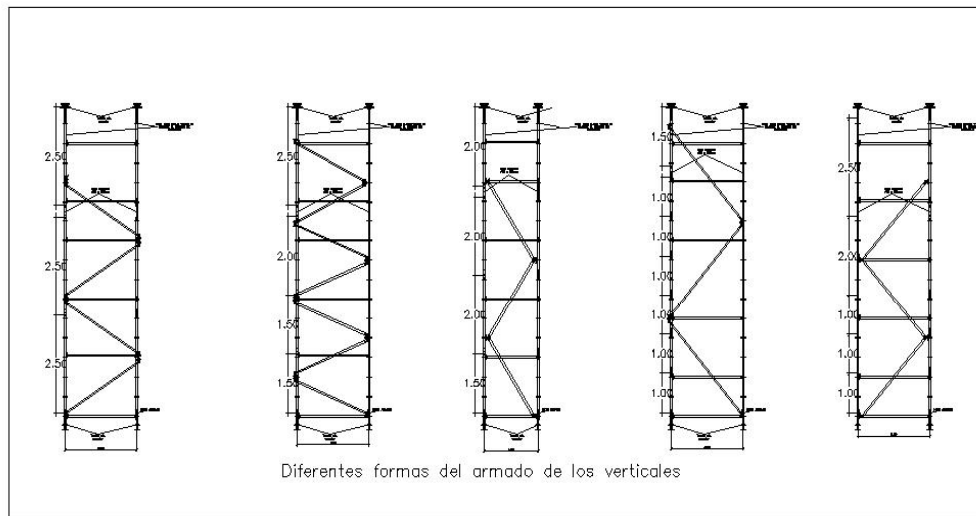


VISTA SUPERIOR DEL ARMADO DE TORRES



VISTA FRONTAL DEL ARMADO DE TORRES

ANEXO 6 CONFIGURACIÓN DE ARMADO DE VERTICALES.



DIAGONAL SIN PINTAR
1.5 X 2.0MTS



DIAGONAL AZUL
2 X 1.0MTS



DIAGONAL NEGRA
1.5 X 2.0MTS

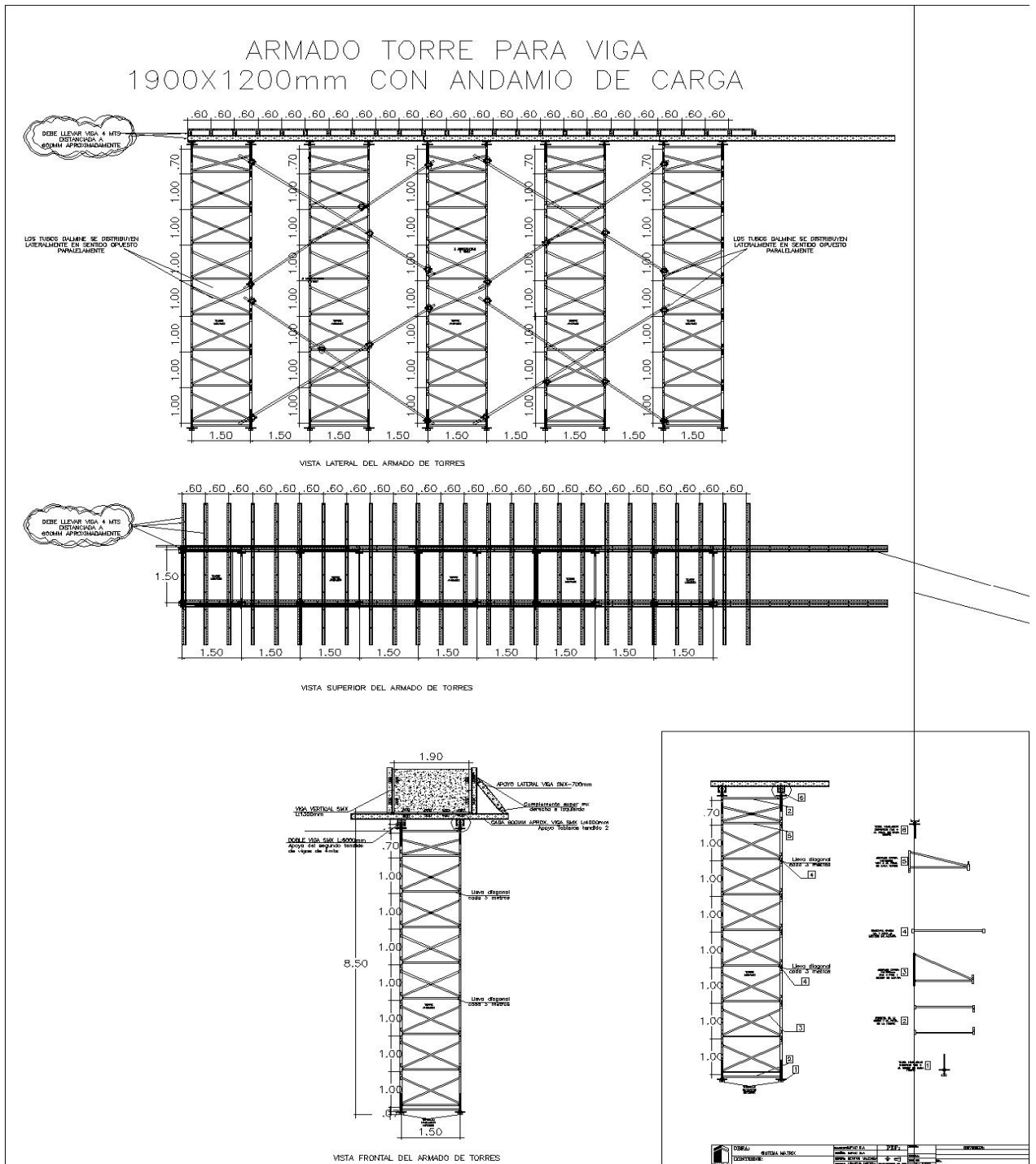


DIAGONAL AMARILLA
2 X 2.5MTS



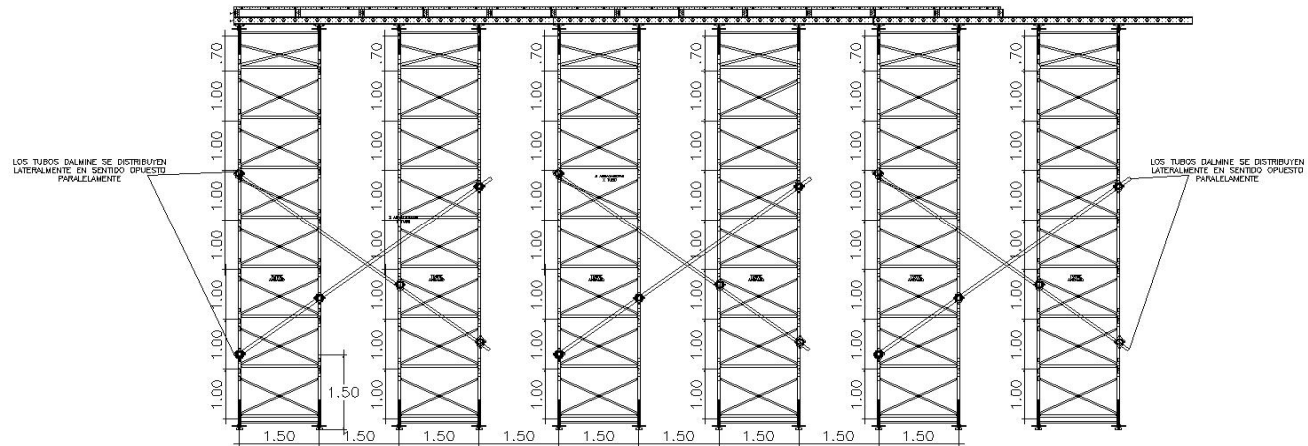
DIAGONAL ROJA
2 X 2 MTS

ANEXO 7 CONFIGURACIÓN ARMADO ANDAMIO DE CARGA.



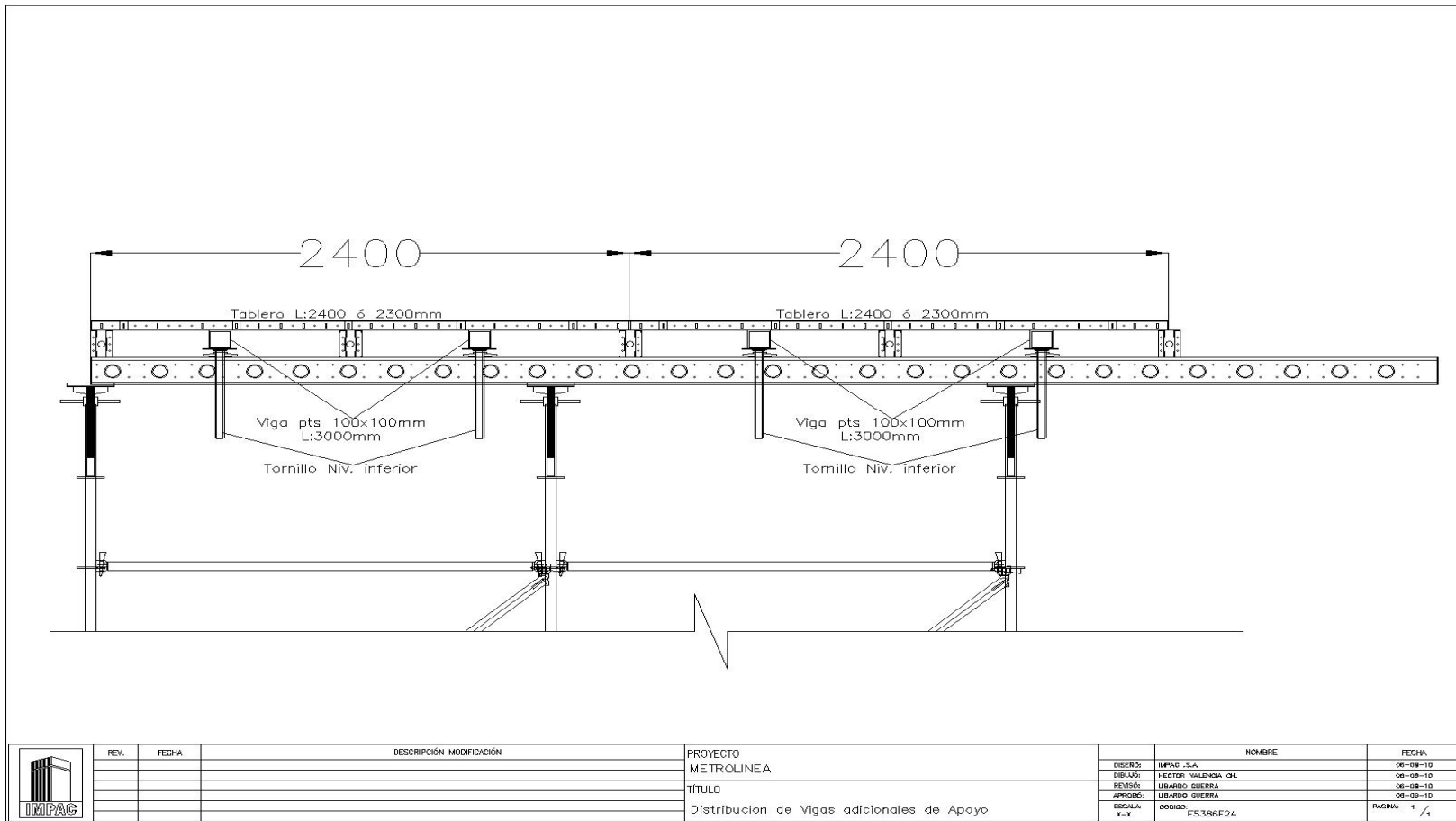
ANEXO 8 ANDAMIO DE CARGA ARMADO.

ARMADO TORRE PARA VIGA de
800 y1700X1200mm CON ANDAMIO DE CARGA



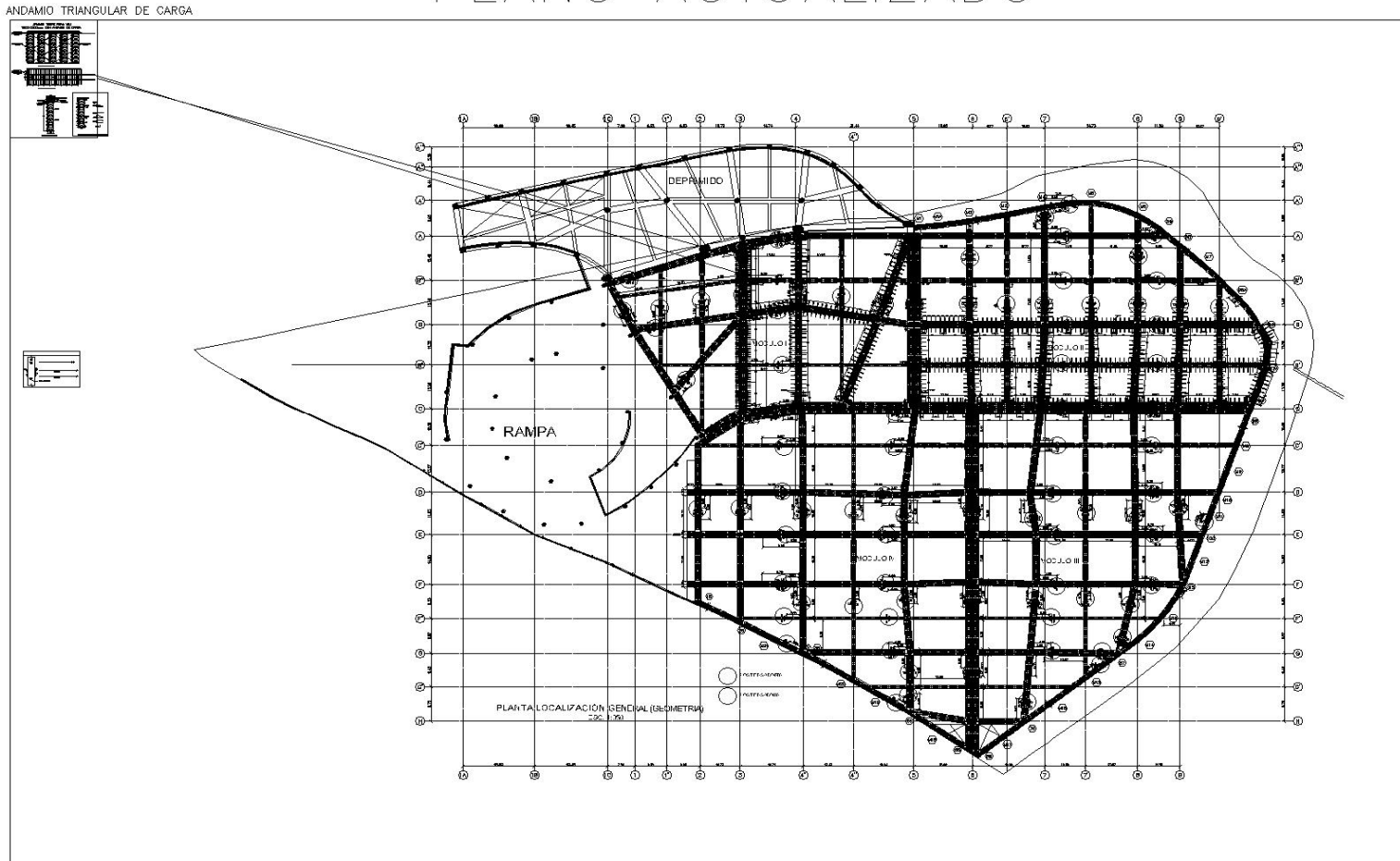
DISTRIBUCION TUBO DALMINE EN TORRE
de
ANDAMIO DE CARGA

ANEXO 9 DETALLE SUPERIOR ANDAMIO DE CARGA.



ANEXO 10 PLANTA GENERAL ANDAMIOS PARA VIGAS DESCOLGADAS.

PLANO ACTUALIZADO



ANEXO 11 FORMATO DE HOJA DE VIDA DE ANDAMIOS.

		HOJA DE VIDA DE EQUIPO AUXILIAR PARA CONSTRUCCION		CODIGO	
				VERSION	1
CODIGO:		EQUIPO:		REFERENCIA:	
TIPO:		FECHA COMPRA:			
FABRICANTE:					
VALOR SIN IVA:		IVA (16)%	VALOR TOTAL:		
MANUALES O FICHAS TECNICAS			SI	NO	
OPERACIONES:					
MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA:					
SEGURIDAD :					
ESPECIFICACIONES TECNICAS :					
FUNCIONES DEL EQUIPO:					

ANEXO 14 CHECK_LIST_ANDAMIOS
(FORMATO DE CHEQUEO DE ANDAMIOS)

	NOMBRE DEL DOCUMENTO	ANEXO 14 CHECK LIST ANDAMIOS	
	CODIGO – REVISIÓN		REV. 0
	FECHA - PAGINADO	OCTUBRE-2010	Página 1 de 1

PROYECTO: _____ FECHA: _____
EJECUTOR: _____ CARGO: _____

Marque con un X según corresponda.

ESTRUCTURA	Cumplimiento			OBSERVACIONES
	Si	No	NA	
El soporte o base es de buena calidad y estable.				
Los soportes, diagonales, escaleras y tuberías están libres de daños, agujeros o defectos estructurales.				
Existen pasamanos				
Existen rodapiés				
Los pasamanos están a 1 metro de altura.				
Los pasamanos son en guaya o tubos y posee baranda intermedia a 0,5 metros (50 cm).				
La baranda intermedia es de cable de acero o soga.				
Los pasamanos están instalados horizontalmente a una estructura estable				
Está nivelado y aplomado sobre una base firme.				
El acceso a la plataforma de trabajo es por una escalera.				
El andamio está libre de piezas anexas soldadas.				
Están instaladas todas las trabas de las diagonales.				
Los tendidos y líneas de conducción de electricidad están aislados.				
Las plataformas del andamio se encuentran libres de residuos, despuntes, materiales, etc.				
Se comprueba que fue realizado orden y limpieza del andamio, sus plataformas y del área de trabajo en jornada anterior.				

ELABORÓ	FECHA		
NOMBRE: ANDRES L. CALPA GOMEZ	DD	MM	AA
CARGO: ASISTENTE DE SEGUIMIENTO Y CONTROL			
FIRMA			

	NOMBRE DEL DOCUMENTO	ANEXO 14 CHECK LIST ANDAMIOS	
	CODIGO - REVISIÓN		REV. 0
	FECHA - PAGINADO	OCTUBRE-2010	Página 2 de 1

Las plataformas de trabajo sobre las cuales se apoya el trabajador (Tablones) son sólidas y resistentes.			
Están libres de partiduras, astillados o cualquier defecto que disminuya su resistencia estructural.			
Están colocados lo mas junto posible de manera de cubrir toda la luz entre los soportes.			
Están amarrados cada uno en sus extremos con alambre para prevenir desplazamientos.			
Cada tablon sobrepasa su soporte por una longitud no menor de 15 ni mayor de 30 cm.			

Andamio tubular y multidireccional	Cumplimiento			OBSERVACIONES
	Si	No	NA	
El tornillo inferior afianzado con abrazaderas a los verticales, tiene una altura no mayor de 30 cm con respecto a la superficie o piso.				
En andamios multidireccionales la distancia entre tubos horizontales es de 1,5 metros aproximadamente.				
La distancia por diseño entre cuerpos de andamios debe ser para vigas principales de 1,5 metros y para vigas secundarias de 2 metros aproximadamente.				

Firma y Nombre Inspector de Seguridad

Firma y Nombre Ingeniero Encargado de
Instalación de Andamios

Firma y Nombre Experto SISO

ELABORÓ	FECHA		
	DD	MM	AA
NOMBRE: ANDRES L. CALPA GOMEZ			
CARGO: ASISTENTE DE SEGUIMIENTO Y CONTROL			
FIRMA			

ANEXO 16 RENDIMIENTOS EN MONTAJE DE PERFILES Y TABLEROS DE FONDO PARA VIGAS PRINCIPALES.

RENDIMIENTOS MONTAJE DE PERFILES Y TABLEROS DE FONDO PARA VIGAS PRINCIPALES												
Tipo	UBICACIÓN	FECHA	INFORMACION CUADRILLA		HORAS DE EJECUCION		horas	horas		total	TABLEROS	RENDIMIENTO
Viga	ELEMENTO	OBSERVACION	OFICIALES	AYUDANTES	lapso en hr	horas	oficial	ayudante	horas cuadrilla	horas/homb	MONTADOS M2	H-H/M2
Vp	7 (B'-C)	22-07-2010	1	3	7:10-10:10	3.000	3.0	9.0	12.000	38.667	17.34	2.230
Vp	7 (B'-C)	22-07-2010	2	3	10:10-12:30	2.333	4.667	7.0	11.667			
Vp	7 (B'-C)	22-07-2010	2	3	1:30-4:30	3.000	6.0	9.0	15.000			
Vp	C (5-6)	23-07-2010	1	3	7:00-12:30	5.500	5.50	16.50	22.000	31.667	9.18	3.450
Vp	C (5-6)	23-07-2010	1	3	1:30-3:55	2.417	2.417	7.250	9.667			
Vp	C (6-7)	23-07-2010	1	2	7:00-11:55	4.917	4.917	9.833	14.750	26.250	12.72	2.064
Vp	C (6-7)	23-07-2010	1	2	1:30-5:20	3.833	3.833	7.667	11.500			
Vp	C (7-7')	26-07-2010	1	2	10:35-12:00	1.417	1.417	2.833	4.250	54.500	19.55	2.788
Vp	C (7-7')	27-07-2010	1	2	7:00-10:00	3	3.0	6.0	9.000			
Vp	C (7-7')	27-07-2010	1	3	10:00-12:00	2	2.0	6.0	8.000			
Vp	C (7-7')	28-07-2010	1	2	9:00-5:00	7	7.0	14.0	21.000			
Vp	C (7-7')	29-07-2010	1	2	7:00-8:40	1.667	1.667	3.333	5.000			
Vp	C (7-7')	29-07-2010	1	2	2:00-4:25	2.417	2.417	4.833	7.250			
Vp	C (7'-8)	30-07-2010	1	2	2:00-5:00	3	3	6	9.000	44.000	18.02	2.442
Vp	C (7'-8)	31-07-2010	2	3	7:00-1:30	5.5	11	16.5	27.500			
Vp	C (7'-8)	08/02/2010	1	2	7:00-9:00	2.5	2.5	5	7.500			
Vp	C (6-7)	29/07/2010	3	1	2:00-5:00	3.0	9.0	3.0	12.000	17.500	12.24	1.430
Vp	C (6-7)	30/07/2010	2	1	7:00-8:50	1.833	3.667	1.833	5.500			
Vp	6 (B-C)	27-07-2010	1	2	7:00-12:00	5.000	5.0	10.0	15.000	26.250	14.45	1.817
Vp	6 (B-C)	29-07-2010	1	2	9:30-2:15	3.750	3.750	7.50	11.250			
Vp	8 (B-B')	31-07-2010	1	3	8:30-12:00	2.667	2.667	8.001	10.668	23.668	16.32	1.450
Vp	8 (B-B')	08/02/2010	1	3	7:00-10:45	3.250	3.250	9.750	13.000			
Vp	8 (B-C)	08/03/2010	1	2	7:25-2:45	5.783	5.783	11.567	17.350	17.350	12.24	1.417
Vs	B'1'-C1'	18-08-2010	1	3	7:00-8:25	1.417	1.417	4.250	5.667	25.333	12.75	1.987
Vs	B'1'-C1'	18-08-2010	1	3	9:55-4:20	4.917	4.917	14.750	19.667			
										305.185	144.81	
											RENDIMIENTO PROMEDIO ARITMETICO	2.107
											RENDIMIENTO PROMEDIO PONDERADO	2.107

ANEXO 18 RENDIMIENTO EN ARMADO DE REFUERZO DE VIGAS PRINCIPALES.

RENDIMIENTOS DE ARMADO REFUERZO PARA VIGAS PRINCIPALES											
UBICACION	FECHA	CONFORMACION CUADRILLA		HORAS DE EJECUCION		horas	horas		total	CANTIDAD DE	RENDIMIENTO
ELEMENTO	OBSERVACION	OFICIALES	AYUDNATES	lapso en hr	horas	oficial	ayudante	horas cuadrilla	horas/homb	ACERO AMARRADO KG	H-H/KG
VIGap 5 (C-B-B") MODULO I	19-07-2010	2	3	2:00-6:00	3.50	7.0	10.50	17.500	253.333	5163.4808	0.049
	21-07-2010	2	3	7:00-6:00	9.00	18.0	27.0	45.000			
	22-07-2010	2	3	7:00-6:00	9.00	18.0	27.0	45.000			
	23-07-2010	3	4	7:00-11:35	4.08	12.250	16.333	28.583			
	23-07-2010	1	2	11:35-3:30	2.42	2.417	4.833	7.250			
	23-07-2010	1	3	3:30-6:00	2.50	2.50	7.50	10.000			
	24-07-2010	1	3	7:00-12:00	4.50	4.50	13.50	18.000			
	26-07-2010	2	5	11:15-5:00	4.25	8.50	21.250	29.750			
	08/03/2010	1	2	7:00-3:45	6.75	6.750	13.50	20.250			
08/04/2010	1	3	7:00-5:00	8.00	8.0	24.0	32.000				
RENDIMIENTOS DE ARMADO REFUERZO PARA VIGAS PRINCIPALES											
UBICACION	FECHA	CONFORMACION CUADRILLA		HORAS DE EJECUCION		horas	horas		total	CANTIDAD DE	RENDIMIENTO
ELEMENTO	OBSERVACION	OFICIALES	AYUDNATES	lapso en hr	horas	oficial	ayudante	horas cuadrilla	horas/homb	ACERO AMARRADO KG	H-H/KG
VIGap 6 (C-B-B") MODULO II	29-07-2010	1	3	7:00-9:00	2.00	2.0	6.0	8.000	426.333	5137.0252	0.083
	29-07-2010	2	5	9:30-11:00	1.50	3.0	7.50	10.500			
	29-07-2010	1	3	11:00-12:00	1.00	1.0	3.0	4.000			
	29-07-2010	1	2	1:00-5:00	3.50	3.50	7.0	10.500			
	30-07-2010	3	5	7:00-9:00	2.00	6.0	10.0	16.000			
	30-07-2010	2	4	9:30-12:00	2.50	5.0	10.0	15.000			
	30-07-2010	3	6	1:00-3:00	2.00	6.0	12.0	18.000			
	30-07-2010	2	4	3:30-5:00	1.50	3.0	6.0	9.000			
	31-07-2010	2	4	7:00-12:00	4.50	9.0	18.0	27.000			
	08/02/2010	2	5	7:00-12:00	4.50	9.0	22.50	31.500			
	08/02/2010	2	4	1:00-5:00	3.50	7.0	14.0	21.000			
	08/03/2010	2	4	7:00-3:00	6.50	13.0	26.0	39.000			
	08/03/2010	2	5	3:30-5:00	1.50	3.0	7.50	10.500			
	08/04/2010	3	7	7:00-3:00	8.00	24.0	56.0	80.000			
	08/05/2010	3	7	7:00-2:35	6.10	18.30	42.70	61.000			
	08/05/2010	3	7	2:35-4:15 luv	1.67	.0	.0	0.000			
	08/05/2010	3	7	4:15-5:00	0.75	2.250	5.250	7.500			
	08/06/2010	2	5	7:00-1:35	5.08	10.167	25.417	35.583			
08/06/2010	1	2	1:35-5:00	2.92	2.917	5.833	8.750				
08/10/2010	1	2	7:00-12:00	4.50	4.50	9.0	13.500				

RENDIMIENTOS DE ARMADO REFUERZO PARA VIGAS PRINCIPALES											
UBICACIÓN	FECHA	CONFORMACION CUADRILLA		HORAS DE EJECUCION		horas	horas		total	CANTIDAD DE	RENDIMIENTO
ELEMENTO	OBSERVACION	OFICIALES	AYUDNATES	lapso en hr	horas	oficial	ayudante	horas cuadrilla	horas/homb	ACERO AMARRADO KG	H-H/KG
VGP7(CB-BE) MODULO I	29-07-2010	3	3	7:00-9:00	2.00	6.0	6.0	12.000	437.917	5783.1472	0.076
	29-07-2010	4	4	9:30-5:00	6.00	24.0	24.0	48.000			
	30-07-2010	3	7	7:00-9:00	2.00	6.0	14.0	20.000			
	30-07-2010	3	6	9:30-5:00	6.00	18.0	36.0	54.000			
	31-07-2010	3	8	7:00-9:00	4.50	13.50	36.0	49.500			
	08/02/2010	5	10	7:00-12:00	4.50	22.50	45.0	67.500			
	08/02/2010	4	9	1:00-5:00	3.50	14.0	31.50	45.500			
	08/10/2010	1	2	10:15-12:00	1.75	1.750	3.50	5.250			
	08/10/2010	1	3	1:00-5:00	3.50	3.50	10.50	14.000			
	08/11/2010	1	6	7:00-10:25	2.92	2.917	17.50	20.417			
	08/11/2010	1	3	10:25-12:00	1.58	1.583	4.750	6.333			
	08/11/2010	1	6	1:00-5:00	3.50	3.50	21.0	24.500			
	08/12/2010	1	6	8:05-5:00	6.92	6.917	41.50	48.417			
	13/08/2010	1	4	7:00-12:00	4.50	4.50	18.0	22.500			
UBICACIÓN	FECHA	CONFORMACION CUADRILLA		HORAS DE EJECUCION		horas	horas		total	CANTIDAD DE	RENDIMIENTO
ELEMENTO	OBSERVACION	OFICIALES	AYUDNATES	lapso en hr	horas	oficial	ayudante	horas cuadrilla	horas/homb	ACERO AMARRADO KG	H-H/KG
VGP B(56-7-3) MODULO I	22-07-2010	2	5	11:00-5:00	4.50	9.0	22.50	31.500	713.000	12366.7068	0.058
	23-07-2010	3	7	7:00-3:00	4.50	13.50	31.50	45.000			
	23-07-2010	2	5	3:00-5:00	3.50	7.0	17.50	24.500			
	24-07-2010	2	5	7:00-12:00	4.50	9.0	22.50	31.500			
	26-07-2010	1	2	7:00-11:00	1.67	1.667	3.333	5.000			
	28-07-2010	1	2	11:30-12:00	0.50	.50	1.0	1.500			
	28-07-2010	2	5	1:00-5:00	3.50	7.0	17.50	24.500			
	29-07-2010	2	5	9:30-2:00	3.50	7.0	17.50	24.500			
	29-07-2010	1	3	2:00-5:00	2.50	2.50	7.50	10.000			
	30-07-2010	1	2	7:00-9:00	2.00	2.0	4.0	6.000			
	30-07-2010	1	3	9:30-5:00	6.00	6.0	18.0	24.000			
	31-07-2010	1	3	7:00-12:00	4.50	4.50	13.50	18.000			
	08/02/2010	2	6	7:00-5:00	8.00	16.0	48.0	64.000			
	08/03/2010	1	2	7:00-10:00	2.50	2.50	5.0	7.500			
	08/04/2010	2	4	7:00-12:00	4.50	9.0	18.0	27.000			
	08/04/2010	2	5	1:00-5:00	3.50	7.0	17.50	24.500			
	08/05/2010	2	5	7:00-5:00	8.00	16.0	40.0	56.000			
	08/06/2010	2	5	7:00-3:00	6.50	13.0	32.50	45.500			
	08/06/2010	3	7	3:30-5:00	1.50	4.50	10.50	15.000			
	08/09/2010	3	7	7:00-9:00	2.00	6.0	14.0	20.000			
	08/09/2010	1	3	9:45-11:15	1.50	1.50	4.50	6.000			
	08/09/2010	2	5	11:15-12:00	0.75	1.50	3.750	5.250			
	08/09/2010	2	5	12:50-1:45 lluv	0.75	.0	.0	0.000			
	08/09/2010	2	5	1:45-5:00	2.75	5.50	13.750	19.250			
	08/10/2010	2	5	7:00-5:00	8.00	16.0	40.0	56.000			
	08/11/2010	2	4	7:00-9:50	2.33	4.667	9.333	14.000			
	08/11/2010	1	1	9:50-3:00	4.17	4.167	4.167	8.333			
	08/11/2010	1	1	3:30-5:00	1.50	1.50	1.50	3.000			
	08/12/2010	1	3	8:05-9:00	0.92	.917	2.750	3.667			
	08/12/2010	2	5	9:30-5:00	6.00	12.0	30.0	42.000			
	13/08/2010	1	3	7:00-5:00	8.00	8.0	24.0	32.000			
	14/08/2010	1	3	7:00-12:00	4.50	4.50	13.50	18.000			

ANEXO 19 RENDIMIENTO EN ARMADO DE REFUERZO DE VIGAS SECUNDARIAS.

RENDIMIENTOS DE ARMADO REFUERZO PARA VIGAS SECUNDARIAS											
UBICACIÓN	FECHA	CONFORMACION CUADRILLA		HORAS DE EJECUCION		horas	horas		total	CANTIDAD DE	RENDIMIENTO
ELEMENTO	OBSERVACION	OFICIALES	AYUDNATES	lapso en hr	horas	oficial	ayudante	horas cuadrilla	horas/homb	ACERO AMARRADO KG	H-H/KG
VIGAS 6' (C-B'-B-B'') MODULO II	08/06/2010	1	3	8:00-9:00	1.00	1.0	3.0	4.000	166.500	2425.12	0.069
	08/06/2010	2	4	9:30-12:00	2.50	5.0	10.0	15.000			
	08/06/2010	2	5	1:00-5:00	3.50	7.0	17.50	24.500			
	08/09/2010	2	4	7:00-11:00	3.50	7.0	14.0	21.000			
	08/09/2010	1	2	11:00-12:00	1.00	1.0	2.0	3.000			
	08/09/2010	2	4	12:50-1:45 lluv	0.75	.0	.0	0.000			
	08/09/2010	2	4	1:45-5:00	2.75	5.50	11.0	16.500			
	08/10/2010	2	4	7:00-10:45	3.25	6.50	13.0	19.500			
	08/10/2010	1	2	10:45-5:00	4.75	4.750	9.50	14.250			
	08/11/2010	1	2	7:00-5:00	8.00	8.0	16.0	24.000			
	08/12/2010	1	2	8:05-5:00	6.92	6.917	13.833	20.750			
13/08/2010	0	2	7:00-9:00	2.00	.0	4.0	4.000				

RENDIMIENTOS DE ARMADO REFUERZO PARA VIGAS SECUNDARIAS											
UBICACIÓN	FECHA	CONFORMACION CUADRILLA		HORAS DE EJECUCION		horas	horas		total	CANTIDAD DE	RENDIMIENTO
ELEMENTO	OBSERVACION	OFICIALES	AYUDNATES	lapso en hr	horas	oficial	ayudante	horas cuadrilla	horas/homb	ACERO AMARRADO KG	H-H/KG
VIGAS 7' (C-B'-B-B'') MODULO II	08/06/2010	1	2	8:45-5:00	3.75	3.750	7.50	11.250	80.083	1840.434	0.044
	08/09/2010	0	3	7:00-12:00	4.50	.0	13.50	13.500			
	08/09/2010	0	3	12:50-1:45 lluv	0.75	.0	.0	0.000			
	08/09/2010	0	3	1:45-5:00	2.75	.0	8.250	8.250			
	08/10/2010	0	3	7:00-9:00	2.00	.0	6.0	6.000			
	08/10/2010	0	4	9:30-12:00	2.50	.0	10.0	10.000			
	08/10/2010	0	3	1:00-5:00	3.50	.0	10.50	10.500			
	08/12/2010	0	3	8:05-9:00	0.92	.0	2.750	2.750			
	13/08/2010	0	4	1:00-5:00	3.50	.0	14.0	14.000			
	17/08/2010	0	2	7:50-10:15	1.92	.0	3.833	3.833			

RENDIMIENTOS DE ARMADO REFUERZO PARA VIGAS SECUNDARIAS											
UBICACIÓN	FECHA	CONFORMACION CUADRILLA		HORAS DE EJECUCION		horas	horas		total	CANTIDAD DE	
ELEMENTO	OBSERVACION	OFICIALES	AYUDNATES	lapso en hr	horas	oficial	ayudante	horas cuadrilla	horas/homb	ACERO AMARRADO KG	RENDIMIENTO
VIGAS B' (5-6-7-7) MODULO II	23-07-2010	2	3	7:40-5:00	7.33	14.667	22.0	36.667	327.000	3811.128	0.086
	24-07-2010	2	3	7:00-12:00	4.50	9.0	13.50	22.500			
	28-07-2010	2	2	2:30-3:00	0.50	1.0	1.0	2.000			
	28-07-2010	3	5	3:30-5:00	2.50	7.50	12.50	20.000			
	29-07-2010	3	4	7:00-9:00	2.00	6.0	8.0	14.000			
	29-07-2010	5	5	9:30-11:10	1.67	8.333	8.333	16.667			
	29-07-2010	2	4	11:10-5:00	4.33	8.667	17.333	26.000			
	30-07-2010	1	2	7:00-9:00	2.00	2.0	4.0	6.000			
	30-07-2010	2	3	9:30-12:00	2.50	5.0	7.50	12.500			
	30-07-2010	1	2	1:00-5:00	3.50	3.50	7.0	10.500			
	31-07-2010	1	2	7:00-12:00	4.50	4.50	9.0	13.500			
	08/02/2010	1	2	7:00-12:00	4.50	4.50	9.0	13.500			
	08/02/2010	2	3	1:00-5:00	3.50	7.0	10.50	17.500			
	08/03/2010	2	4	7:00-9:00	2.00	4.0	8.0	12.000			
	08/03/2010	3	5	9:30-2:45	4.25	12.750	21.250	34.000			
	08/03/2010	3	3	2:45-4:30	1.25	3.750	3.750	7.500			
	08/03/2010	3	4	4:30-5:00	0.50	1.50	2.0	3.500			
	08/04/2010	2	3	11:00-5:00	4.50	9.0	13.50	22.500			
	08/05/2010	2	4	7:00-9:00	2.00	4.0	8.0	12.000			
	08/05/2010	2	3	9:30-2:35	4.08	8.167	12.250	20.417			
08/05/2010	2	3	2:35-4:15 lluv	1.67	.0	.0	0.000				
08/05/2010	2	3	4:15-5:00	0.75	1.50	2.250	3.750				