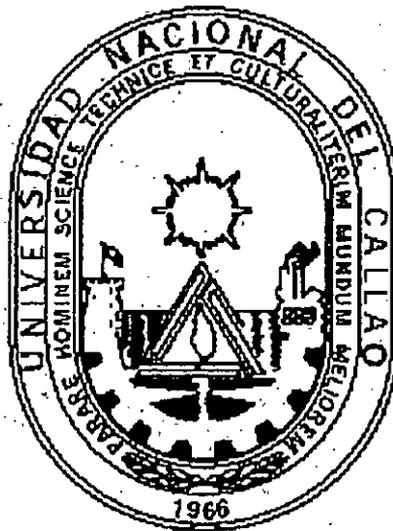


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

**ENERGIA**



**"DISEÑO, CALCULO Y FABRICACION DE LAS  
ESTRUCTURAS PARA LA SUBESTACION DE  
YARINACocha (PUCALLPA)"**

**INFORME SOBRE SERVICIOS PROFESIONALES**

**PARA OPTAR EL TITULO DE:**

**INGENIERO MECANICO**

**LUIS ALVARO MONTESINOS CASTAÑEDA**

**ABRIL - 1998**

**CALLAO \* PERU**

## **DEDICATORIA**

*UN ENORME Y ESPECIAL AGRADECIMIENTO A  
MI QUERIDA ESPOSA E HIJOS  
QUIENES ME DIERON GRAN  
AYUDA E INVALORABLE  
COMPRENSION*

**LUIS A. MONTESINOS CASTAÑEDA**

## INDICE

	Pág.
Introducción.....	1
CAPITULO I	
Objetivos.....	3
CAPITULO II	
Organización de la empresa.....	4
CAPITULO III	
Actividades desarrolladas por la empresa.....	8
CAPITULO IV	
Ingeniería del Proyecto.....	15
4.1. Generalidades.....	15
4.1.1. Ubicación del proyecto. ....	15
4.2. Descripción del Proyecto.....	16
4.3. Pórtico de Línea: Columna C-1.....	27
4.4. Pórtico de Línea: Viga V-1.....	47
4.5 Pórtico de Línea: Soportes de Equipos.....	66
4.6 Pórtico de Línea : Columna de Muro.....	71
CAPITULO V	
Evaluación Técnico - Económica.....	75

5.1. Listado de Partes.....	75
5.2. Determinación de Costo .....	82
Conclusiones y Recomendaciones.....	97
Bibliografía.....	99
Anexos.....	101
Planos.	

## INTRODUCCION

En los sistemas de distribución, la energía es suministrada a la carga desde las SUB-ESTACIONES a través de los alimentadores primarios y, redes de distribución secundaria.

El objeto de las redes eléctricas es la distribución, en los poblados, de la energía procedente de las centrales productoras, que pueden estar emplazadas en el mismo lugar de utilización, o en otros muy distantes, en cuyo caso es conducida hasta el centro consumidor por largas líneas de transporte.

Las redes de distribución pueden ser de ALTA y BAJA tensión. Las primeras son las que conducen la energía en alto voltaje a los puntos de alimentación, sub - estaciones de transformación, donde se transforma para ser utilizada en las redes de baja tensión. En éstas como su nombre lo indica, circula la corriente a tensión reducida, porque penetrando los conductores en las viviendas se correría el peligro de que la manipulación de los receptores produjese accidentes sensibles y quizá irreparables.

La distribución puede ser aérea o subterránea. En la distribución aérea, los postes son un elemento indispensable en su construcción y pueden ser de madera, hormigón armado o hierro, según la importancia de las conducciones y la situación de la línea.

Para el caso de los postes de hierro o metálicos utilizado en la distribución, están formados por perfiles laminados de acero, unidos entre sí por medio de pernos o

robtones.

Los grandes transportes de energía cuyos vanos son superiores a 150 metros y que llevan conductores de secciones importantes, exigen el empleo de grandes estructuras metálica o pórticos de línea.

Estas grandes estructuras metálicas están sometidas a grandes esfuerzos que deben ser calculados convenientemente a fin de que no se presenten fallas en su operación.

La empresa encargada de la comercialización eléctrica en la ciudad de Pucallpa es ELECTROCENTRO S.A.

La ciudad de Pucallpa cuenta con dos sistemas de transformación, la de Yarinacocha y la de Pucallpa de propiedad de ELECTROCENTRO S.A.

Para el presente trabajo, motivo del INFORME SOBRE LOS SERVICIOS PROFESIONALES, realizados en la Empresa INDUSTRIAS CYMSA S.R.L. y que el autor ha participado directamente como Jefe del Departamento de Diseño y Producción, esta referido al diseño, cálculo y fabricación de las estructuras del pórtico de línea y soportes de equipos de la Sub - Estación de Yarinacocha, propiedad de ELCTROCENTRO S.A. Para el cálculo estructural se ha utilizado un software de propiedad de la Empresa Industrias CYMSA S.R.L., y que permite optimizar el cálculo de las cargas correspondientes en cada tramo de la estructura metálica.

## CAPITULO I

### OBJETIVOS

Los objetivos generales del presente Informe sobre Servicios Profesionales, además del que académicamente se persigue, son:

- a) Presentar una metodología de cálculo para determinar en forma óptima, a partir de la utilización de un software, las diferentes cargas que actúan en la estructura metálica del pórtico de línea y soportes de equipos de la sub estación de Yarinacocha (Pucallpa) de propiedad de Electro Centro S.A.
- b) Coadyuvar al desarrollo de la región y del país a partir de la creación de puestos de trabajo y empleo de mano de obra calificada a nivel profesional y técnico.
- c) Coadyuvar a reducir la demanda insatisfecha de energía eléctrica en la región oriental, que permita a través de ella aumentar el potencial productivo tanto a nivel de agroindustria como industrias de transformación.
- d) Coadyuvar al desarrollo empresarial del sector eléctrico prestando servicios de calidad, oportunidad y costos adecuados en el diseño, fabricación y ejecución de obras como las del presente informe.
- e) Contribuir al desarrollo de la región fomentando la producción y el comercio por la interconexión de los pueblos a través de la energía eléctrica que se distribuye a partir del centro de transformación ( sub estación) de Yarinacocha.

## CAPITULO II

### ORGANIZACION DE LA EMPRESA

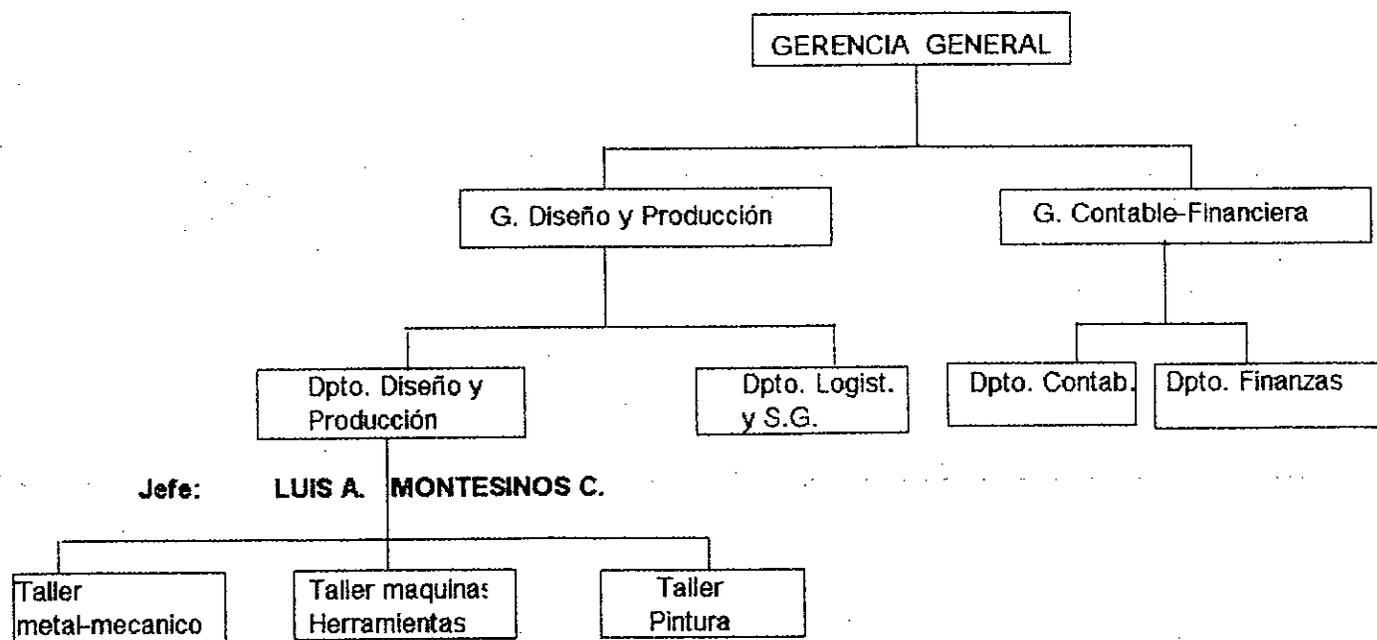
Como toda empresa que se desarrolla en un mercado competitivo, la EMPRESA CYMSA S.R.L., basa su organización en función a los fines y objetivos, que fundamentalmente son: cumplimiento, calidad, garantía y productividad. Es por esto que su diseño organizacional presenta una estructura funcional que hace que la empresa sea ágil y dinámica en los diferentes proyectos que realiza a nivel nacional, ya sea de asesoramiento como de fabricación y ejecución.

Los niveles de mando principales son: Alta Gerencia, Gerencia intermedia y el Nivel Operativo.

En relación con los grandes objetivos y metas de la Compañía, la Alta Gerencia es la encargada del planeamiento estratégico, la Gerencia intermedia encargada del planeamiento táctico y el Nivel Operativo encargado del planeamiento operativo.

En cuanto a la estructura organizacional ésta se presenta en el organigrama que se muestra:

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.



Como se observa en el Organigrama, las funciones generales de cada Organismo son:

#### **GERENCIA GENERAL.**

- a). Diseña y aprueba el planeamiento estratégico anual de la Compañía, en base a las políticas de la Compañía.
- b). Aprueba el presupuesto anual para la ejecución de obras del sector privado y del sector público y modalidad de ejecución.
- c). Aprueba el Programa Anual de Inversiones.
- e). Otras del nivel propio de decisiones.

#### **GERENCIA CONTABLE - FINANCIERA.**

- a). Coordina e implementa el sistema de control interno.
- b). Coordina e implementa el presupuesto y control presupuestario.
- c). Establece la política de crédito y cobranzas.
- d). Implementa los sistemas de información contable.
- e). Realiza las gestiones financieras.
- f). Verifica el cumplimiento de las obligaciones previsionales e impositivas.
- g). Coordina con las demás Gerencias.

#### **GERENCIA DE DISEÑO Y PRODUCCION.**

- a). Coordina la formulación y evaluación de nuevos proyectos.
- b). Ejecuta las obras que han sido aprobadas por la Gerencia General.
- c). Planifica e implementa las actividades de ejecución de obras y proyectos.

d). Coordina con otras Gerencias.

#### **DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y PRODUCCION.**

a). Supervisa, controla y aprueba los nuevos proyectos establecidos por la Gerencia de Diseño y Producción.

b). Supervisa, controla y aprueba los proyectos en ejecución.

c). Supervisa y controla las obras que iniciarán, de acuerdo a lo especificado por la Gerencia de Diseño y Producción.

d). Supervisa, controla y da conformidad de las obras en ejecución.

e). Elabora y presenta presupuestos a la Gerencia de Diseño y Producción para su aprobación.

f). Planifica y organiza la producción de bienes y servicios que se brindan a otras empresas, así como la ejecución de obras.

g). Formula requerimientos de materiales y equipos para la ejecución de proyectos.

h). Otras que le sean encomendadas por la Gerencia de Diseño y Producción.

Con la finalidad de presentar la ubicación del puesto de trabajo en que se desempeñó el autor del presente Informe se han especificado las funciones inherentes, que corresponden al cargo de Jefe del Departamento de Diseño y Producción y que estuvo bajo la responsabilidad desde el año 1991 hasta el año 1996.

**CAPITULO III****ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA**

La **EMPRESA CYMSA S.R.L.**, es una empresa que pertenece al Sector metal - mecánico y cuya sede se encuentra en la ciudad de Lima.

Esta Empresa comienza sus actividades como persona jurídica de derecho privado desde el año 1991, fecha desde la cual ha venido desarrollando sus actividades en este sector tan importante de la economía nacional, en forma ininterrumpida, coadyuvando al desarrollo de nuestra Patria y generando divisas nacionales, así como creando puestos de trabajo para las familias peruanas propiciando el bienestar social.

Así mismo, el potencial humano que integra la Empresa constituye motivo de orgullo de la misma, por su gran experiencia y conocimiento demostrado en cada uno de los cargos que desempeñan, así como en las actividades que realizan dentro de la misma.

**INFORMACION GENERAL SOBRE LA EMPRESA**

RAZON SOCIAL : Industrias Cymasa S.R.L.

R.U.C. : 11043585

FECHA DE CONSTITUCION : 30 - 09 - 91

FECHA DE REGISTRO : 09 - 10 - 91

LICENCIA MUNICIPAL : N° - 3298

9

REGISTRO UNIFICADO : N° - 9817302  
REGISTRO DE VENTAS : 1451 - 97  
CAPITAL SOCIAL : \$. 250,000.00  
FECHA DE INICIO DE ACTIV. : 02 - 12 - 91  
DIRECCION DE TALLER Y OF. : Calle los Queros N° - 7464  
DISTRITO/DPTO. : Independencia/Lima  
TELEFONOS : 533-6128 - 990-5082  
TELEFAX : 533-3694

**DESCRIPCION GENERAL DEL TALLER**

AREA TOTAL DEL TALLER : 600 M<sup>2</sup>  
AREA CONSTRUIDA PARA OFICINA  
- SECRETARIA Y ADMINIST. : 40 M<sup>2</sup>  
- GUARDIANA Y VESTUARIO : 36 M<sup>2</sup>  
- ALMACEN EN EL SOTANO : 120 M<sup>2</sup>  
AREA DEL TALLER  
- MAESTRANZA : 120 M<sup>2</sup>  
- PINTURA : 50 M<sup>2</sup>  
- CALDERERIA : 354 M<sup>2</sup>

**TRABAJOS QUE EJECUTA LA EMPRESA:****ESTRUCTURAS METALICAS**

- *COBERTURAS METALICAS*: Arcos, tijerales, pórticos.
- *TANQUES* : Estacionarios ó Cisternas, en acero inoxidable y acero estructural.
- *CARROSERAS* : Plataformas, remolques, tanques cisternas, tolvas roqueras y semirroqueras.
- *SEGURIDAD* : Cercos perimétricos, portones y puertas blindadas.

**EQUIPOS INDUSTRIALES:***-PARTES Y PIEZAS DE MOLINOS: (MINERIA)*

- : Trunnion de carga y descarga.
- : Trommels de carga y descarga.
- : Scoop feeder y spout feeder.
- : Manhole plate, fixing plate y dogs.
- : Shell plate, center ring, platinas de sujeción.
- : Clamp blocks de 5/8" ,3/4 " , 1", diversas long.
- : cup y Flat Washers de 40, 60, 76, 100 mm. De diám. De 3 a 10 mm. de espesor, para pernos STD.

- PARTES Y PIEZAS PARA FAJAS TRANSPORTADORAS: (MINERIA)

- : Polines de diversas medidas.
- : Tambores y ejes, motrices y conducidos.
- : Bases, soportes y brazos de sistema de impacto en módulos para fajas de 24", 30", 36", 42" y 48" de ancho, de 20° y 35°.
- : Chutes de carga y descarga.
- : Estructuras de diversas medidas a solicitud.

- PARTES Y PIEZAS PARA TRANSPORTADORES HELICOIDALES Y DE MALLA

PARA PLANTAS DE HARINA DE PESCADO.

- : Canaletas y Helicoides de 10", 12", 14", 16", 24" etc.
- : Ejes, Bujes, Bocinas para helicoidales.
- : Tambores motrices y conducidos para transp. De malla.
- : Estructuras de acuerdo a la capacidad que el cliente desee.
- : Implementación con cadenas y malla de los transportadores.

- MOLINOS Y OTROS PARA PLANTAS DE HARINA DE PESCADO.

- Molinos a martillos de acuerdo a la necesidad del cliente.
- Ciclones, Ventiladores Centrifugos y Axiales,

Ductos para transporte neumático de harina, Ductos (Tubería) para descarga de pescado, Desaguadores estáticos y vibratorios, Paletas para secadores rotativos.

*- MAQUINAS Y EQUIPOS PARA PLANTAS COSERVERAS DE CRUDO Y COCIDO DE PESCADO.*

- Planta de Crudo: Descamadores, Cortadora de cabeza y cola, Mesas de lavado, Cocinadores continuos, Drenadores, Marmitas, Exaustores, Autoclaves, carro para autoclaves.
- Planta de Cocido: Cociadores estáticos, Carros para cocinas estáticas, Mesas de limpieza, Transportadores de faja sanitaria, Transportadores de lata, Molinos para grated, Unidad de Liquido y gobierno, Exaustores, autoclaves.

*- MAQUINAS Y EQUIPOS PARA LABORATORIOS:*

- Mesas en Acero inoxidable cal. 304 y 316, transportadores totalmente sanitaria, Marmitas, Tanques horizontales y verticales, Mezcladores y Homogenizadores, Lavaderos, Baños maría, Ventiladores centrifugos y axiales, Filtros de manga, Ablandadores de agua, Tanques de condensado, Intercambiadores de calor. Sistemas de Tuberias de agua, vapor, condensado etc.

**SERVICIOS:**

- Industrias CYMSA S.R.L. cuenta con un selecto equipo de profesionales que permite brindar el servicio en:
  - Mecanica de Banco.
  - Torno, Cepillo, Fresa, Rola, Prensa.
  - Roscado de esparragos a sobre medida.
  - Fabricación de matrices para chapas de corte, doble y embutidos.
  - Trabajos de producción en serie.
  - Mantenimiento de sistemas mecánicos.

## DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS INSTALADOS

DESCRIPCION	MARCA	MODELO	PROCEDENCIA	CAPACIDAD	POTENCIA
TORNO PARALELO UNIVERSAL	METALIC	C-8D	BULGARIA	320 * 1000	2.2 - kW
TORNO PARALELO UNIVERSAL	WEMAG	CD-1100	POLONIA	2000 MM.	18/24 KW
CEPILLO DE CODO	KLOPP	KLOPP 625	ALEMANIA	650 MM	4,7 KW
SIERRA DE CODO HIDRAULICA	METALIC	HIDRAULICA ON 165	BULGARIA	DIAM 165	1,8 KW
ROLADORA	OTTO SHREUER	MK - 2000	ALEMANIA	5 MM. 2Mt. LONG.	10 - HP
PRENSA EXCENTRICA	MALL	MALL -30	ALEMANIA	30 TN	4 - HP
PRENSA EXCENTRICA	GOSMETA	GOSMETA - 15	ALEMANIA	15 TN	1,8 HP
PRENSA EXCENTRICA	ZERNO	Z -15	PERU	15 TN	1,2 HP
PRENSA HIDRAULICA C/GATA	CYMSA	CY-30	PERU	30 TN	
TALADRO DE COLUMNA	METALIC	PK - 035 A	BULGARIA	CONO 4 BROCA 50	1,8 HP
TALADRO DE COLUMNA	ASEVER	ROM -270 F	TAIWAN	CONO 3 BROCA 25	1 HP
TALADRO MANUAL	BLACK DECKER	P - 1723	USA	32 mm.	1050 W
TALADRO MANUAL	BLACK DECKER	P22 -11	USA	13 mm	600 W
TALADRO MANUAL	HITACHI - KOKI	PU - PM3	JAPONES	16 mm	670 W
TALADRO MANUAL	BLACK DECKER	P17 - 21	USA	23 mm.	1050 W
MAQ. SOLDAR HOBART 500	HOBART	RH - 400	PERU	AMPERAJE 500	60 AMP
MAQ. SOLDAR HOBART 350	HOBART	T - 330	PERU	AMPERAJE 330	45 AMP
MAQ. SOLDAR	SOLANDINAS	TL - 260	PERU	AMPERAJE 260	30 AMP
MAQ. SOLDAR	MILLER	225	PERU	AMPERAJE 225	25 AMP
MAQ. MIG MAG 360	OERLIKON	SUPER MIG 360	PERU	AMPERAJE 360	25 AMP
MAQ. DE SOLDAR DE PUNTO	FREMIEL	FS - 25	PERU	25 KW	40 AMP
HORNO GRANDE DE PINTURA	CYMSA			1.00*1,20*2,50 MT	
HORNO CHICO DE TEMPLE	CYMSA			.015*0.25*0.30	
COMPRESORA	DEVILVIS	D 650	USA	150 PSI	4 HP
COMPRESORA	KOLVACH	C 130	USA	30 GLS	1 HP.

## CAPITULO IV

### INGENIERIA DEL PROYECTO

#### **4.1. GENERALIDADES.**

El presente proyecto referido al diseño, cálculo y fabricación del pórtico de línea y soportes estructurales de equipos de la Sub Estación de Yarinacocha (Pucallpa) de propiedad de ELECTROCENTRO S.A., estuvo bajo la responsabilidad de la Empresa Industrias CYMSA S.R.L., encargo recibido de la Empresa TECCOM S.A quien fue la ganadora de la licitación convocada por la propietaria ELECTROCENTRO S.A.

#### **4.1.1. LUBICACION DEL PROYECTO.**

El proyecto se encuentra ubicado en el Dpto. de Ucayali cuya capital es Pucallpa, en el Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo.

El Departamento de Ucayali, fue creado por Decreto Ley N° 23099 el 24 de Junio de 1980; está situado en la Selva Central del Perú. Tiene como límites: Loreto al Norte, Junín, Cuzco y Madre de Dios al Sur; Brasil al Este y con San Martín, Huánuco y Pasco al Oeste.

La extensión territorial es de 91,858 Kilómetros cuadrados y una población de 385,746 habitantes. Tiene como capital la ciudad de Pucallpa, situada en la margen izquierda del Ucayali, a 154 m.s.n.m, puerto fluvial más importante de la Amazonía Central.

El territorio del Departamento de Ucayali está cubierto de una densa vegetación tropical y está recorrido de Sur a Norte por el caudaloso río Ucayali. Hacia el Oeste del Departamento se advierten pequeñas elevaciones que denotan los comienzos de la Selva Alta o Ceja de Montaña.

El río principal es el Ucayali, formado por la confluencia del río Tambo y el río Urubamba.

El clima del Departamento es tropical húmedo, la temperatura media anual es de 27 grados centígrados.

Políticamente se divide en cuatro provincias y 12 distritos. Las Provincias son: Atalaya (cap. Atalaya), Coronel Portillo (cap. Pucallpa), Purus (cap. Esperanza) y Padre Abad (cap. Aguaytia).

Cuenta con recursos: Agrícolas (algodón, caña de azúcar, frutas, cacao, tabaco, coca, etc.); Forestales (maderas, resinas, caucho, etc. Variada y abundante fauna salvaje) y Mineros (yacimientos petrolíferos, refinería de petróleo en Pucallpa, aserraderos y ganadería). Lo que hace que el departamento sea potencialmente polo de desarrollo regional.

#### **4.2. DESCRIPCION DEL PROYECTO.**

Las estructuras diseñadas son metálicas, del tipo reticulado, empleando perfiles angulares de lados iguales.

### Materiales .-

Los materiales empleados son: acero conforme con la norma ASTM A-36 y pernos de alta resistencia conforme con la norma ASTM A-325 y galvanizado según norma ASTM A-153.

Las características mínimas exigidas para el acero A-36 son las siguientes:

- Esfuerzo de fluencia = 2520 kg/cm<sup>2</sup>
- Esfuerzo máximo = 4060-5600 kg/cm<sup>2</sup>
- Alargamiento de rotura en 8" = 20%

Los esfuerzos últimos permisibles para los pernos A-325 son los siguientes:

- 1/2" V = 3700 kg.
- 5/8" V = 5800 kg.
- 3/4" V = 8450 kg.

El galvanizado es por inmersión en caliente en zinc líquido a 460°C de temperatura con un peso de revestimiento de 550 gr./m<sup>2</sup> con una uniformidad entre 80 y 110 micras de espesor.

### Normas Técnicas .-

Las Normas Técnicas que se han tenido en cuenta para el diseño y fabricación de las estructuras metálicas son las del American Institute of Steel Construction

(AISC) --"Specification for Structural Steel Buildings" y las recomendaciones del "Guide for Design of Steel Transmission Towers" de la American Society of Civil Engineers (ASCE).

### Cargas.-

Las cargas con que se ha efectuado el diseño son las indicadas a continuación por

### **ELECTROCENTRO S.A.**

#### Cargas Verticales.-

-	Peso propio de vigas	=	35 kg/m.
-	Peso propio de columnas	=	65 kg/m.
-	Peso del seccionador de barra	=	2 x 400 kg.
-	Carga del Montaje	=	600 kg.
-	Peso de cadena de aisladores	=	50 kg.
-	Carga sísmica vertical	=	0.3 g.

#### Cargas Horizontales.-

-	Tiro de cada conductor	=	500 kg.
-	Tiro de cada cable de guarda	=	350 kg.
-	Presión de viento	=	25 kg/m <sup>2</sup>
-	Carga sísmica horizontal	=	0.5 g.

Se ha efectuado un análisis comparativo entre las solicitaciones de viento y de sismo, que aparece en las hojas de cálculo adjuntas, concluyéndose que las de sismo son dominantes respecto a las de viento y por lo tanto son las que se han empleado en el diseño.

### Coefficiente de Seguridad.-

El coeficiente de seguridad adoptado, es decir la relación entre el esfuerzo límite de cada elemento de la estructura y el esfuerzo máximo en el mismo elemento calculado para la condición de carga más desfavorable, es de 2.00 para cargas normales, y de 1.30 en caso de cargas excepcionales.

Para tracción el esfuerzo límite será el de fluencia, para compresión será el esfuerzo crítico de pandeo.

### Cargas de Montaje.-

En el diseño de la estructura se ha considerado una carga de operación y montaje de 300 kg., aplicada en las vigas y en las columnas.

### 1. CARGAS DE VIENTO.-

- a) El R.N.C. página 196 tabla 4.2 (1), presión del viento en superficies verticales establece para estructuras 0.50m la presión del viento =  $30 \text{ Kg/m}^2$  sin embargo

como la altura de estructura es 10.2 mt aplicaremos una reducción del 20% por consiguiente carga viento = 25 Kg/m<sup>2</sup>

## 2. CARGA SISMICA.-

Según Método General del RNC pag 184 párrafo 1.13

**La fuerza horizontal sísmica**

$$H = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R_d}$$

Rd

$$Z = 1 \quad (\text{Factor de zona. Zona 1 alta sismidad ver mapa})$$

$$U = 1.3 \quad (\text{Factor de uso categoría B})$$

$$S = 1.4 \quad (\text{Factor de suelo})$$

$$C = 0.28 \quad (\text{Coeficiente sísmico})$$

$$R_d = 1.5 \quad (\text{Factor de ductibilidad } E_s \text{ no contemplada})$$

$$P = 1.5 p \quad (\text{Peso de la edificación})$$

$$H = \frac{1 \times 1.3 \times 1.4 \times 1.5P}{1.5} = 0.50P$$

- La carga sísmica horizontal se considerará el 0.5 el peso.
- La carga vertical se considerará el 0.30 peso según indica el punto 1.16.2 del R.N.C.

### 3. HIPOTESIS DE CARGA

Según el pto 15.6 *wind and Seismic Stresses* de página 5.26 de la norma AISC 8<sup>va</sup> Ed. Establece que carga debido al viento o carga sísmica actúan independientemente conjuntamente con la carga viva y carga muerta.

- Carga Viva + Carga Muerta + Carga Viento
- Carga Viva + Carga Muerta + Carga Sismo

#### Cálculo de esfuerzos.-

Para el cálculo de los esfuerzos en las barras de viga y columna, se ha empleado un programa automático de análisis, habiéndose efectuado la idealización de las estructuras de acuerdo con los diagramas adjuntos a las notas de cálculo, donde se indica la numeración de nudos empleada.

Se adjunta la entrada de datos al programa de cómputo, la salida de computadora con los esfuerzos en cada barra y la correspondiente longitud de pandeo. En las hojas de cálculo se tiene el diseño de la viga y de la columna, con los esfuerzos obtenidos en el análisis y la determinación de los ángulos a emplearse de modo que no se excedan los esfuerzos permisibles.

**Criterios de diseño.-**

Las esbelteces máximas permitidas son las siguientes:

-	Elementos en compresión:	
	a) Montajes	150
	b) Diagonales	200
	c) Elementos redundantes	250
-	Elementos en tracción	300

El esfuerzo crítico de pandeo en compresión, para acero A-36, será el calculado con las siguientes fórmulas:

$$L/r \leq 126 \quad F_{cr} = [1 - 0.5(L/r)^2 / 126^2] F_y$$

(kg/cm<sup>2</sup>)

$$L/r > 126 \quad F_{cr} = 20'035,000 / (L/r)^2$$

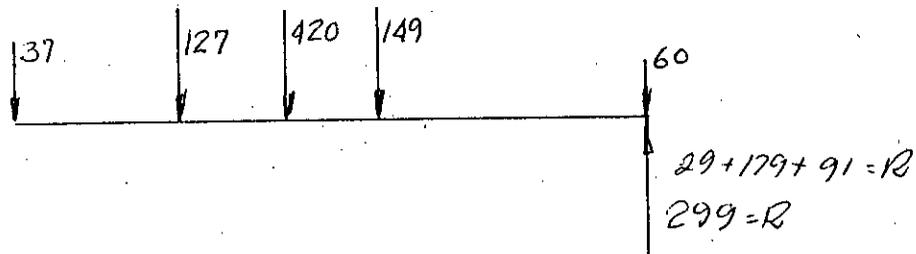
(kg/cm<sup>2</sup>)

**4. CARGAS EN LA COLUMNA.-****Cargas vivas:**

- H1 : Tiro del cable de guarda : dato proporcionado por TECCOM S.A. = 350 Kg
- H2 : Reacción en la columna debido al tiro de cada conductor en la viga = 634 Kg

Carga Vertical P1:

a) Cargas verticales de la viga.



b) 60 Kg Reacción en extremo

c) Peso propio columna =  $(7.70 + 2.5) \times 65 \text{ Kg/m} = 663 \text{ Kg}$ Cable guarda = 10 Kg

673 Kg

d) Carga vertical debido a peso de viga .

$$67 + 60 + 89 = 216 \text{ Kg}$$

$$\text{Plancha Sop. Equipo } \underline{8 \text{ Kg}}$$

$$224 \text{ Kg}$$

e) Carga  $P_2 = 2 \times 299 + 60 + 673 = 1331 \text{ Kg} \approx 1334 \text{ Kg}$ 

Nudo Inicial	$X_i$	$Y_i$
1	0.80	0.00
2	0.00	0.00
6	0.043	2.20
19	0.150	7.70
3	0.789	0.550
7	0.747	2.70
17	0.660	7.20
18	0.6897	5.20
29	0.1110	5.70
30		

**AREAS**

Barra 1: Nudo 2 @ Nudo 4

$$\begin{aligned}
 < 3'' \times 3'' \times 3/8'' \rightarrow A = 2.11 \text{ pulg}^2 \Leftrightarrow 13.61 \text{ cm}^2 \\
 2 < s \quad \quad \quad \rightarrow 2A = 2 \times 13.61 \text{ cm}^2 = 2.722 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \\
 9.16 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

**Barra 10:** nudo 19 @ nudo 21

$$\begin{aligned}
 < 2'' \times 2'' \times 3/16'' \rightarrow A = 0.715 \text{ m}^2 = 4.612 \text{ cm}^2 \\
 2 < s \quad \quad \quad \rightarrow 2A = 9.16 \text{ cm}^2 = 0.916 \times 10^{-3} \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

**RESULTADOS**(a) Desplazamiento de nudos.

Según AISC, la deflexión máxima permisible en estructuras es:

$$\frac{L}{360} = \frac{10.2 \text{ mt}}{360} = 0.0283 \text{ mts}$$

El más crítico es nudo 28

Desplazamiento = 0.225 mt &lt; 0.0283 OK!

(b) Reacciones en nudo 1 y 2

(c) Esfuerzos en Barras  
Tracción, compresión**CARGAS DEL VIENTO**Carga Total

Nudo 4 carga viento = 8.5 Kg/m

l = 1.10 mt

carga viento = 1.10 mt x 8.5 Kg/m = 9.35 Kg

carga viento nudo 4 = 10 Kg  $\Leftrightarrow$  0.010 Ton

**Nudo 21**

$$87 - (8 \times 10) = 7 \text{ Kg Restante}$$

**MIEMBROS A TENSION**

**Barra 2-4**

$$T_u = 2 (CN + V) \quad \text{carga tensión actuante con Factor de seguridad} = 2$$

$$F_y = 36,000 \quad (\text{Esfuerzo de fluencia Acerol A - 36})$$

$$(2520 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$T_{adm} = F_y \times \text{Area}$$

$$= 2520 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 9.29 \text{ cm}^2 = 23.411 \text{ Ton}$$

$$T_u = 19.226 \text{ Ton} < T_{adm} = 23.411 \text{ Ton} \quad \underline{\text{OK}}$$

**Barra 19 -21**

$$T_u = 3532 \quad \text{Kg} = 3.532 \text{ Ton}$$

$$T_{adm} = 2520 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 4.58 \text{ cm}^2 = 11.542 \text{ Ton}$$

$$T_u = 3.532 \text{ Ton} < T_{adm} = 11.542 \text{ Ton} \quad \underline{\text{OK}}$$

**MIEMBROS A COMPRESION**

**Barra 1-3**

$$C_u = 23.012 \text{ Ton} \quad \text{carga compresión}$$

$$C_{adm} = \text{carga a compresión admisible}$$

$$\text{Para } L/r \leq 126 \quad F_a = [1 - (0.5 (L/r)^2 / 126^2)] F_y$$

$$F_a = [1 - (0.5 (23)^2 / 126^2)] \times 2520 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_a = 2478 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C_{adm} = F_a \times A = 2478 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 9.29 \text{ cm}^2 = 23.020 \text{ Ton}$$

$$C_u = 23.012 \text{ Ton} < C_{adm} = 23.020 \text{ Ton}$$

**Pruebas.-**

Las pruebas ha realizarse son básicamente de montaje, se hará un pre-ensamble antes de enviar al galvanizado y luego, después, para este último se sugiere la presencia de un representante por parte de ELECTROCENTRO S.A. para luego proceder al embalaje por enzunchado.

A continuación se presentan los cálculos de los componentes del pórtico de línea, viga, soporte de equipo y columna de muro, así como los resultados obtenidos por la aplicación del programa de cómputo

### **4.3. PORTICO DE LINEA**

**COLUMNA C - 1**

PORTICO DE LINEA

Elección entre carga de sismo o de viento .- La composición se hace a nivel de acciones horizontales.

Vento .- En la Columna :  $H_c = 10.20 \text{ m} \times 8.5 \text{ Kg/m.} = 87 \text{ Kgs.}$

En la Viga :  $H_v = 8.9 \text{ m/2} \times 7 \text{ Kg/m.} = 31 \text{ ''}$

Sismo .- En la Columna : pp. columna =  $10.2 \text{ m} \times 65 \text{ Kg/m.} = 663 \text{ Kg.}$

cable de guarda =  $25 \text{ m} \times 0.4 \text{ Kg/m.} = 10 \text{ ''}$

$H_c = 0.5 \times 673 \text{ Kg} = 337 \text{ Kg.}$

En la Viga : pp. por viga =  $4.45 \text{ m} \times 35 \text{ Kg/m.} = 156 \text{ Kg.}$

conductores =  $1.5 \text{ conduct} \times 10 \text{ Kg.} = 15 \text{ ''}$

aisladores =  $1.5 \text{ aislad.} \times 50 \text{ Kg.} = 75 \text{ ''}$

246 Kg.

$H_v = 0.5 \times 246 \text{ Kg.} = 123 \text{ Kg.}$

$V_v = 0.3 \times 246 \text{ Kg.} = 74 \text{ Kg.}$

CARGAS EN LA COLUMNAS

H1 ESTA DADA POR EL TIRO DE CADA CILINDRO DE GUARDA :

$$H1 = 2 \times 350 \text{ Kg } 700 \text{ Kg}$$

H2 ESTA DADA POR LA REACCION DE LA VIGA DEL TIRO DE CADA CONDUCTOR :

$$H2 = 634 \text{ Kg.}$$

LA CARGA VERTICAL P1 ESTA DADA POR REACCION DE CARGA VERTICAL DE LAS VIGAS DEL PESO PROPIO DE LA COLUMNA, MAS LA CARGA DE LA VIGA TRANSVERSAL :

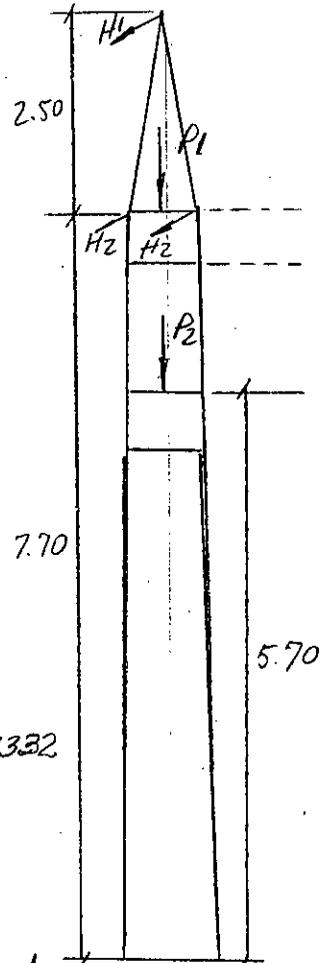
$$P1 = 2 \times 299 + 2 \times 60 + 673 = 1391 + 224 = 1615 \text{ Kg.}$$

= 4 CARGAS DE 403 Kg.

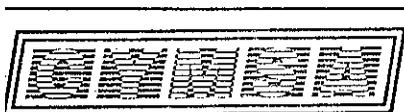
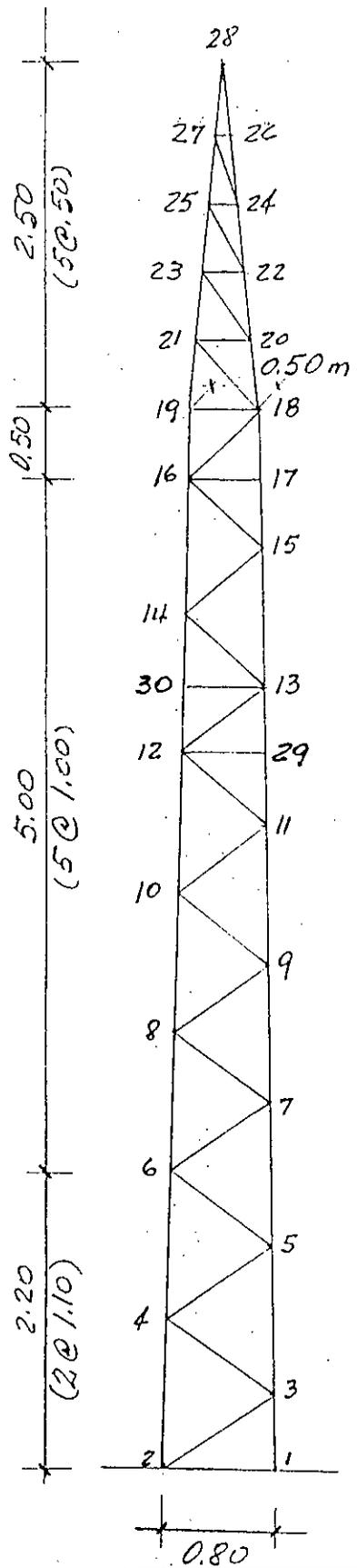
P2 = ESTA DADA POR LA VIGA TRANSVERSAL:  $P2 = 1332$   
= 4 CARGAS DE 333 Kg.

SOLICITACION SISMICA.

COMO RESULTADO DEL ANALISIS DE LA VIGA LA SOLICITACION SISMICA NO AFECTA AL DISEÑO POR LO QUE NO CONSIDERAMOS.



				Maßstab :		(Gewicht)
				TECCON S.A.		
				Bearb.	29/04/93	V. HERNANDEZ
				Gepr.		L. MONTES
				Norm		L. MONTES
				<b>INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.</b>		
				CY - 478 / 93		Blatt / / Bl.
Zust.	Anderung	Datum	Name	Urspr:	Ers für:	Ers durch:



Maßstab :

(Gewicht)

TECCOM. S. A.

ESQUEMA DE COLUMNA

	Datum	Name
Bearb.	24/04/93	LIVONTES
Gepr.	20/01/93	LIVONTES
Norm	15/05/93	LIVONTES

**INDUSTRIAS  
CYMSA S.R.L.**

Blatt /  
5 Bl.

Zust.      Anderung      Datum      Name      Urspr:      Ers für:      Ers durch:

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - COLUMNA, Cargas Normales

Nudos	Apoyos	Barras	Hip.Carga	Mod.Elasticidad		
30	2	56	1	2.030000E+007		
Nudos Inicial	XI	YI	Nudo Final	Inc.	XJ	YJ
1	0.800000E+0000	0.000000E+0000	0			
2	0.000000E+0000	0.000000E+0000	6	2	0.043000E+0000	2.200000E+0000
6	0.043000E+0000	2.200000E+0000	16	2	0.140000E+0000	7.200000E+0000
19	0.150000E+0000	7.700000E+0000	27	2	0.350000E+0000	9.700000E+0000
3	0.789000E+0000	0.550000E+0000	5	2	0.768000E+0000	1.650000E+0000
7	0.747000E+0000	2.700000E+0000	15	2	0.668000E+0000	6.700000E+0000
17	0.660000E+0000	7.200000E+0000		0		
18	0.650000E+0000	7.700000E+0000	28	2	0.400000E+0000	1.020000E+0000
29	0.698700E+0000	5.200000E+0000		0		
30	0.111000E+0000	5.700000E+0000		0		

Nudo de Apoyo	Restricc. X	Restricc. Y	(SI = 1, NO = 0)
1	1	1	
2	1	1	

Barra Inicial	Nudo Inicial	Nudo Final	Area	Barra Final
1	2	4	2.722000E-0003	5
6	12	30	2.722000E-0003	0
7	14	30	2.722000E-0003	0
8	14	16	2.722000E-0003	0
9	16	19	2.722000E-0003	0
10	19	21	0.918000E-0003	13
14	27	28	0.918000E-0003	0
15	1	3	2.722000E-0003	19
20	11	29	2.722000E-0003	0
21	13	29	2.722000E-0003	0
22	13	15	2.722000E-0003	23
24	17	18	2.722000E-0003	0
25	18	20	0.918000E-0003	29
30	2	3	0.918000E-0003	39
40	12	29	0.918000E-0003	42
41	12	13	0.918000E-0003	0
43	13	14	0.918000E-0003	45
44	14	15	0.918000E-0003	0
47	16	18	0.918000E-0003	0
46	16	17	0.918000E-0003	48
49	18	21	0.684000E-0003	55
50	20	21	0.684000E-0003	56

## Carga Total

Nudo Inicial	Fx	Fy	Nudo Final
13	0.000000E+0000	-0.333000E+0000	0
18	0.634000E+0000	-0.403000E+0000	0
19	0.000000E+0000	-0.403000E+0000	0
28	0.350000E+0000	0.000000E+0000	0
30	0.000000E+0000	-0.333000E+0000	0

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - COLUMNA, Cargas Normales

## DATOS GENERALES.-

Número de Nudos	=	30
Número de Apoyos	=	2
Número de Barras	=	56
Número de Casos de Car	=	1
Número de Ecuaciones	=	56
Número Total de Término	=	304 (18%)

## Carga Total

## CASO DE CARGA 1 : DESPLAZAMIENTO DE NUDOS

Nudo	Desp. X (m)	Desp. Y (m)
1	0.000000	0.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000121	-0.000110
4	0.000375	-0.000180
5	0.000781	-0.000308
6	0.001314	0.000332
7	0.001925	-0.000465
8	0.002638	0.000444
9	0.003462	-0.000590
10	0.004379	0.000530
11	0.005404	-0.000689
12	0.006510	0.000588
13	0.007711	-0.000758
14	0.008982	0.000619
15	0.010328	-0.000791
16	0.011726	0.000621
17	0.011727	-0.000793
18	0.013178	-0.000791
19	0.013182	0.000604
20	0.014622	-0.000695
21	0.014622	0.000508
22	0.016185	-0.000586
23	0.016185	0.000399
24	0.017907	-0.000462
25	0.017907	0.000275
26	0.019867	-0.000313
27	0.019867	0.000126
28	0.022545	-0.000093
29	0.006510	-0.000725
30	0.007711	0.000602

## Carga Total

## CASO CARGA 1 : REACCIONES

Nudo	Fx (Tn)	Fy (Tn)
1	-0.226	11.301
2	-0.758	-9.829

## Carga Total

## CASO CARGA 1 : ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tracción (Tn)	Compresión (Tn)	Longitud(m)
2 - 4	9.430		1.100
4 - 6	8.546		1.100

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - COLUMNA, Cargas Normales

6 - 8	7.812		1.000
8 - 10	6.808		1.000
10 - 12	5.473		1.000
12 - 30	4.188		0.500
14 - 30	4.521		0.500
14 - 18	3.049		1.000
16 - 19	1.347		0.500
19 - 21	1.759		0.502
21 - 23	1.759		0.502
23 - 25	1.759		0.502
25 - 27	1.759		0.502
27 - 28	1.759		0.502
1 - 3		-1.759	0.550
3 - 5		-10.473	1.100
5 - 7		-9.543	1.050
7 - 9		-8.586	1.000
9 - 11		-7.529	1.000
11 - 29		-6.319	0.500
13 - 29		-6.319	0.500
13 - 15		-4.616	1.000
15 - 17		-3.032	0.500
17 - 18		-1.759	0.500
18 - 20		-1.759	0.502
20 - 22		-1.759	0.502
22 - 24		-1.759	0.502
24 - 26		-1.759	0.502
26 - 28		-1.759	0.502
2 - 3	0.899		0.982
3 - 4		-0.738	0.944
4 - 5	0.767		0.927
5 - 6		-0.786	0.910
6 - 7	0.792		0.863
7 - 8		-0.828	0.848
8 - 9	0.861		0.832
9 - 10		-0.897	0.817
10 - 11	0.938		0.801
11 - 12		-0.985	0.786
12 - 29	0.011		0.597
12 - 13	1.015		0.771
13 - 30		-0.005	0.578
13 - 14		-1.075	0.757
14 - 15	1.130		0.742
15 - 16		-1.198	0.728
16 - 17	0.006		0.520
16 - 18	1.255		0.714
18 - 19		-0.148	0.500
18 - 21		-0.000	0.673
20 - 21	0.000		0.400
20 - 23		-0.000	0.610
22 - 23	0.000		0.300
22 - 25	0.000		0.559
24 - 25	0.000		0.200
24 - 27		-0.000	0.522
26 - 27	0.000	-0.738	0.100

## E. YARINACocha - Pórtico de Línea - COLUMNA, Cargas de Viento

Nudos	Apoyos	Barras	Hip.Carga	Mod.Elasticidad		
30	2	56	1	2.030000E+007		
Nudos Inicial	XI	YI	Nudo Final	Inc.	XJ	YJ
1	0.800000E+0000	0.000000E+0000	0			
2	0.000000E+0000	0.000000E+0000	8	2	0.043000E+0000	2.200000E+0000
6	0.043000E+0000	2.200000E+0000	16	2	0.140000E+0000	7.200000E+0000
19	0.150000E+0000	7.700000E+0000	27	2	0.350000E+0000	9.700000E+0000
3	0.789000E+0000	0.550000E+0000	5	2	0.768000E+0000	1.850000E+0000
7	0.747000E+0000	2.700000E+0000	15	2	0.669000E+0000	6.700000E+0000
17	0.660000E+0000	7.200000E+0000	0			
18	0.650000E+0000	7.700000E+0000	28	2	0.400000E+0000	1.020000E+0001
29	0.698700E+0000	5.200000E+0000	0			
30	0.111000E+0000	5.700000E+0000	0			

Nudo de Apoyo	Restricc. X	Restricc. Y	(SI = 1, NO = 0)
1	1	1	
2	1	1	

Barra Inicial	Nudo Inicial	Nudo Final	Area	Barra Final
1	2	4	2.722000E-0003	5
6	12	30	2.722000E-0003	0
7	14	30	2.722000E-0003	0
8	14	16	2.722000E-0003	0
9	16	19	2.722000E-0003	0
10	19	21	0.916000E-0003	13
14	27	28	0.916000E-0003	0
15	1	3	2.722000E-0003	19
20	11	29	2.722000E-0003	0
21	13	29	2.722000E-0003	0
22	13	15	2.722000E-0003	23
24	17	18	2.722000E-0003	0
25	18	20	0.916000E-0003	29
30	2	3	0.916000E-0003	39
40	12	29	0.916000E-0003	42
41	12	13	0.916000E-0003	0
43	13	14	0.916000E-0003	45
44	14	15	0.916000E-0003	0
47	16	18	0.916000E-0003	0
46	16	17	0.916000E-0003	48
49	18	21	0.684000E-0003	55
50	20	21	0.684000E-0003	56

## Carga Total

Nudo Inicial	Fx	Fy	Nudo Final
4	0.010000E+0000	0.000000E+0000	0
8	0.010000E+0000	0.000000E+0000	0
14	0.010000E+0000	0.000000E+0000	0
21	0.007000E+0000	0.000000E+0000	0

## S.E. YARINACOCHA - Pórtico de Línea - COLUMNA, Cargas de Viento

## DATOS GENERALES.-

Número de Nudos	=	30
Número de Apoyos	=	2
Número de Barras	=	56
Número de Casos de Car	=	1
Número de Ecuaciones	=	56
Número Total de Término	=	304 (19%)

## Carga Total

## CASO DE CARGA 1 : DESPLAZAMIENTO DE NUDOS

Nudo	Desp. X (m)	Desp. Y (m)
1	0.000000	0.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000004	-0.000002
4	0.000010	-0.000003
5	0.000018	-0.000005
6	0.000027	0.000006
7	0.000038	-0.000007
8	0.000050	0.000008
9	0.000063	-0.000008
10	0.000077	0.000009
11	0.000092	-0.000009
12	0.000108	0.000009
13	0.000125	-0.000009
14	0.000143	0.000009
15	0.000160	-0.000009
16	0.000177	0.000009
17	0.000177	-0.000009
18	0.000195	-0.000009
19	0.000195	0.000009
20	0.000213	-0.000007
21	0.000213	0.000007
22	0.000230	-0.000005
23	0.000230	0.000005
24	0.000247	-0.000003
25	0.000247	0.000004
26	0.000265	-0.000002
27	0.000265	0.000002
28	0.000282	0.000000
29	0.000108	-0.000009
30	0.000125	0.000009

## Carga Total

## CASO CARGA 1 : REACCIONES

Nudo	Fx (Tn)	Fy (Tn)
1	-0.004	0.203
2	-0.033	-0.203

## Carga Total

## CASO CARGA 1 : ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tracción (Tn)	Compresión (Tn)	Longitud(m)
2 - 4	0.183		1.100
4 - 6	0.145		1.100

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - COLUMNA; Cargas de Viento

6 - 8	0.113		1.000
8 - 10	0.086		1.000
10 - 12	0.064		1.000
12 - 30	0.039		0.500
14 - 30	0.039		0.500
14 - 18	0.019		1.000
16 - 19	0.007		0.500
19 - 21	0.007		0.502
21 - 23	0.000		0.502
23 - 25	0.000		0.502
25 - 27	0.000		0.502
27 - 28	0.000		0.502
1 - 3		-0.203	0.550
3 - 5		-0.161	1.100
5 - 7		-0.129	1.050
7 - 9		-0.096	1.000
9 - 11		-0.075	1.000
11 - 29		-0.052	0.500
13 - 29		-0.052	0.500
13 - 15		-0.025	1.000
15 - 17		-0.013	0.500
17 - 18		-0.013	0.500
18 - 20		-0.000	0.502
20 - 22		-0.000	0.502
22 - 24		-0.000	0.502
24 - 26		-0.000	0.502
26 - 28		-0.000	0.502
2 - 3	0.036		0.962
3 - 4		-0.037	0.944
4 - 5	0.026		0.927
5 - 6		-0.027	0.910
6 - 7	0.027		0.883
7 - 8		-0.028	0.848
8 - 9	0.017		0.832
9 - 10		-0.018	0.817
10 - 11	0.018		0.801
11 - 12		-0.019	0.786
12 - 29	0.000		0.597
12 - 13	0.020		0.771
13 - 30	0.000		0.578
13 - 14		-0.021	0.757
14 - 15	0.008		0.742
15 - 16		-0.009	0.728
16 - 17	0.000		0.520
16 - 18	0.009		0.714
18 - 19		-0.001	0.500
18 - 21		-0.009	0.673
20 - 21	0.000		0.400
20 - 23		-0.000	0.610
22 - 23	0.000		0.300
22 - 25	0.000		0.559
24 - 25	0.000		0.200
24 - 27		-0.000	0.522
26 - 27	0.000		0.100

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - COLUMNA

Barra	C. Normal (Ton)	Viento (Ton)	2(CN+V) (Ton)
2 - 4	9.430	0.183	19.228
4 - 6	8.546	0.145	17.382
6 - 8	7.612	0.113	15.450
8 - 10	6.806	0.086	13.384
10 - 12	5.473	0.064	11.074
12 - 30	4.188	0.039	8.454
14 - 30	4.521	0.039	9.120
14 - 16	3.049	0.019	6.136
16 - 19	1.347	0.007	2.708
19 - 21	1.759	0.007	3.532
21 - 23	1.759	0.000	3.518
23 - 25	1.759	0.000	3.518
25 - 27	1.759	0.000	3.518
27 - 28	1.759	0.000	3.518
1 - 3	-11.303	-0.203	-23.012
3 - 5	-10.473	-0.161	-21.268
5 - 7	-9.543	-0.129	-19.344
7 - 9	-8.598	-0.096	-17.384
9 - 11	-7.529	-0.075	-15.205
11 - 29	-6.319	-0.052	-12.742
13 - 29	-6.319	-0.052	-12.742
13 - 15	-4.616	-0.025	-9.282
15 - 17	-3.032	-0.013	-6.090
17 - 18	-3.032	-0.013	-6.090
18 - 20	-1.759	0.000	-3.518
20 - 22	-1.759	0.000	-3.518
22 - 24	-1.759	0.000	-3.518
24 - 26	-1.759	0.000	-3.518
26 - 28	-1.759	0.000	-3.518
2 - 3	0.899	0.036	1.470
3 - 4	-0.738	-0.037	-1.550
4 - 5	0.787	0.026	1.586
5 - 6	-0.786	-0.027	-1.626
6 - 7	0.792	0.027	1.638
7 - 8	-0.828	-0.028	-1.712
8 - 9	0.861	0.017	1.758
9 - 10	-0.897	-0.018	-1.830
10 - 11	0.936	0.018	1.908
11 - 12	-0.985	-0.019	-2.008
12 - 29	0.011	0.000	0.022
12 - 13	1.015	0.020	2.070
13 - 30	-0.0055	0.000	-0.010
13 - 14	-1.075	-0.021	-2.192
14 - 15	1.130	0.008	2.276
15 - 16	-1.188	-0.009	-2.414
16 - 17	0.006	-0.001	0.012
16 - 18	1.255	0.009	2.528
18 - 19	-0.148	-0.001	-0.298
18 - 21	0.000	-0.009	-0.018

**S.E. YARINACOCHA - Pórtico de Línea - COLUMNA**

20 - 21	0.000	0.000	0.000
20 - 23	0.000	0.000	0.000
22 - 23	0.000	0.000	0.000
22 - 25	0.000	0.000	0.000
24 - 25	0.000	0.000	0.000
24 - 27	0.000	0.000	0.000
26 - 27	0.000	0.000	0.000

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - COLUMNA

Barra	Angulo	Area (cm <sup>2</sup> )	r (cm)	Lx (m)	L/r	Tu (Ton)	Tadm (Ton)	Cu (Ton)	Cadm (Ton)
2 - 4	3 x 1/4	9.29	2.38	1.100	47	19.228	23.411		
4 - 6	3 x 1/4	9.29	2.38	1.100	47	17.382	23.411		
6 - 8	3 x 1/4	9.29	2.38	1.100	42	15.450	23.411		
8 - 10	3 x 1/4	9.29	2.38	1.100	42	13.384	23.411		
10 - 12	3 x 1/4	9.29	2.38	1.100	42	11.074	23.411		
12 - 30	3 x 1/4	9.29	2.38	0.500	21	8.454	23.411		
14 - 30	3 x 1/4	9.29	2.38	0.500	21	9.120	23.411		
14 - 16	3 x 1/4	9.29	2.38	1.000	42	6.136	23.411		
16 - 19	3 x 1/4	9.29	2.38	0.500	21	2.708	23.411		
19 - 21	2 x 3/16	4.58	1.57	0.502	32	3.532	11.542		
21 - 23	2 x 3/16	4.58	1.57	0.502	32	3.518	11.542		
23 - 25	2 x 3/16	4.58	1.57	0.502	32	3.518	11.542		
25 - 27	2 x 3/16	4.58	1.57	0.502	32	3.518	11.542		
27 - 28	2 x 3/16	4.58	1.57	0.502	32	3.518	11.542		
1 - 3	3 x 1/4	9.29	2.38	0.550	23			-23.012	23.012
3 - 5	3 x 1/4	9.29	2.38	1.100	47			-21.268	21.815
5 - 7	3 x 1/4	9.29	2.38	1.050	44			-19.344	21.956
7 - 9	3 x 1/4	9.29	2.38	1.000	42			-17.384	22.092
9 - 11	3 x 1/4	9.29	2.38	1.000	42			-15.208	22.092
11 - 29	3 x 1/4	9.29	2.38	0.500	21			-12.742	23.081
13 - 29	3 x 1/4	9.29	2.38	0.500	21			-12.742	23.081
13 - 15	3 x 1/4	9.29	2.38	1.000	42			-9.282	22.092
15 - 17	3 x 1/4	9.29	2.38	0.500	21			-6.090	23.081
17 - 18	3 x 1/4	9.29	2.38	0.500	21			-6.090	23.081
18 - 20	2 x 3/16	4.58	1.57	0.502	32			-3.518	11.171
20 - 22	2 x 3/16	4.58	1.57	0.502	32			-3.518	11.171
22 - 24	2 x 3/16	4.58	1.57	0.502	32			-3.518	11.171
24 - 26	2 x 3/16	4.58	1.57	0.502	32			-3.518	11.171
26 - 28	2 x 3/16	4.58	1.57	0.502	32			-3.518	11.171
2 - 3	2 x 1/8	3.12	1.59	0.962	61	0.738	7.862		
3 - 4	2 x 1/8	3.12	1.59	0.944	59			-1.550	6.991
4 - 5	2 x 1/8	3.12	1.59	0.927	58	0.793	7.862		
5 - 6	2 x 1/8	3.12	1.59	0.910	57			-1.626	7.053
6 - 7	2 x 1/8	3.12	1.59	0.863	54	0.819	7.862		
7 - 8	2 x 1/8	3.12	1.59	0.848	53			-1.712	7.159
8 - 9	2 x 1/8	3.12	1.59	0.832	52	0.878	7.862		
9 - 10	2 x 1/8	3.12	1.59	0.817	51			-1.830	7.210
10 - 11	2 x 1/8	3.12	1.59	0.801	50	0.954	7.862		
11 - 12	2 x 1/8	3.12	1.59	0.786	49			-2.008	7.256
12 - 29	2 x 1/8	3.12	1.59	0.597	38	0.011	7.862		

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - COLUMNA

12 - 30	2 x 1/8	3.12	1.59	0.771	48	1.035	7.862		
13 - 30	2 x 1/8	3.12	1.59	0.578	36			-0.010	7.536
13 - 14	2 x 1/8	3.12	1.59	0.757	48			-2.192	7.302
14 - 15	2 x 1/8	3.12	1.59	0.742	47	1.138	7.862		
15 - 16	2 x 1/8	3.12	1.59	0.728	46			-2.414	7.344
16 - 17	2 x 1/8	3.12	1.59	0.520	33	0.006	7.862		
16 - 18	2 x 1/8	3.12	1.59	0.714	45	1.264	7.862		
18 - 19	2 x 1/8	3.12	1.59	0.500	31			-0.298	7.618
18 - 21	1-1/4 x 1/8	1.93	0.96	0.400	42			-0.018	4.112
20 - 21	1-1/4 x 1/8	1.93	0.96	0.400	42	0.000	4.864	0.000	4.598
20 - 23	1-1/4 x 1/8	1.93	0.96	0.610	64	0.000	4.864	0.000	4.246
22 - 23	1-1/4 x 1/8	1.93	0.96	0.300	31	0.000	4.864	0.000	4.717
22 - 25	1-1/4 x 1/8	1.93	0.96	0.559	58	0.000	4.864	0.000	4.345
24 - 25	1-1/4 x 1/8	1.93	0.96	0.200	21	0.000	4.864	0.000	4.797
24 - 27	1-1/4 x 1/8	1.93	0.96	0.522	54	0.000	4.864	0.000	4.411
26 - 27	1-1/4 x 1/8	1.93	0.96	0.100	10	0.000	4.864	0.000	4.847

DISEÑO DE LA COLUMNA

BRIDAS.- consideramos : 4L 3" x 3" x 1/4" A=9.29 cm<sup>2</sup>

$$r_x = r_y = 2.36 \text{ cm}$$

C=10,917 kg

$$l = 55 = 24; \quad f_a = \frac{2 \times 10,917}{24} = 2,350 \text{ kg/cm}^2; \quad F_a = 2,474 \text{ Kg/cm} >$$

2350

$$r \quad 236 \qquad 9.29$$

l=55cm

C=10,087kg  $l = 110 = 47; \quad f_a = \frac{10,087 \times 2}{47} = 2,712; \quad F_a 2,344 > 2,172$

$$r \quad 236 \qquad 9.29$$

l=110cm

Conectores: empleamos 04 pernos de 3/4"

ENREJADO.- Consideramos : L 1 3/4" x 1 3/4" x 3/16" A=4.00cm<sup>2</sup>

$$r_x = r_y =$$

1.37cm

$$r_z = 0.89 \text{ cm}$$

C= 738 kg

$$l = 106; \quad f_a = 369 \text{ kg/cm}^2; \quad F_a = 1,628 \text{ kg/cm}^2 > 369$$

$$l = 94.4 \text{ cm}$$

$$C = 1,197 \text{ kg}$$

$$\underline{l} = 82; \quad f_a = 600 \text{ kg/cm}^2; \quad F_a = 1,986 \text{ kg/cm}^2 > 600$$

$r_z$

$$l = 728 \text{ cm}$$

Conectores: empleamos 04 pernos de  $\frac{1}{2}$ "

**BRIDAS SUPERIOR.-** Consideramos 4L 1 3/4" x 1 3/4" x 3/16

para las bridas

$$A = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$r_x = r_y = 1.37 \text{ cm}$$

$$C = 1,759 \text{ kgs} \quad \underline{l} = 37; \quad f_a = 880 \text{ kg/cm}^2; \quad F_a = 2,411 \text{ kg/cm}^2 > 880$$

$r_x$

$$l = 50.2 \text{ cm}$$

Consideramos L 1" x 1" x 3/16 para el enrejado

$$l = 67.3 \text{ cm} \quad \underline{l} = 67.3 = 140$$

$$A = 2.19 \text{ cm}^2$$

$$r_z = 0.48$$

$$r_x = r_y = 0.76 \text{ cm}$$

$$r_z = 0.48 \text{ cm}$$

PLANCHA DE BASE.-  $C=10,917\text{kg}$  Perno:  $A=T=9,817=6.38\text{cm}^2$

$$T=9,817\text{kg}$$

$$fs\ 1,540$$

corresponde  $\rightarrow$   $\underline{\underline{\text{Ø } 1\frac{1}{8}''}}$

Suponemos una plancha de 20 cm x 20 cm

$$fc = \frac{10,917}{20 \times 20} = 37.3\text{kg/cm}^2 = 0.13\ fc \quad (fc = 210\text{kg/cm}^2)$$

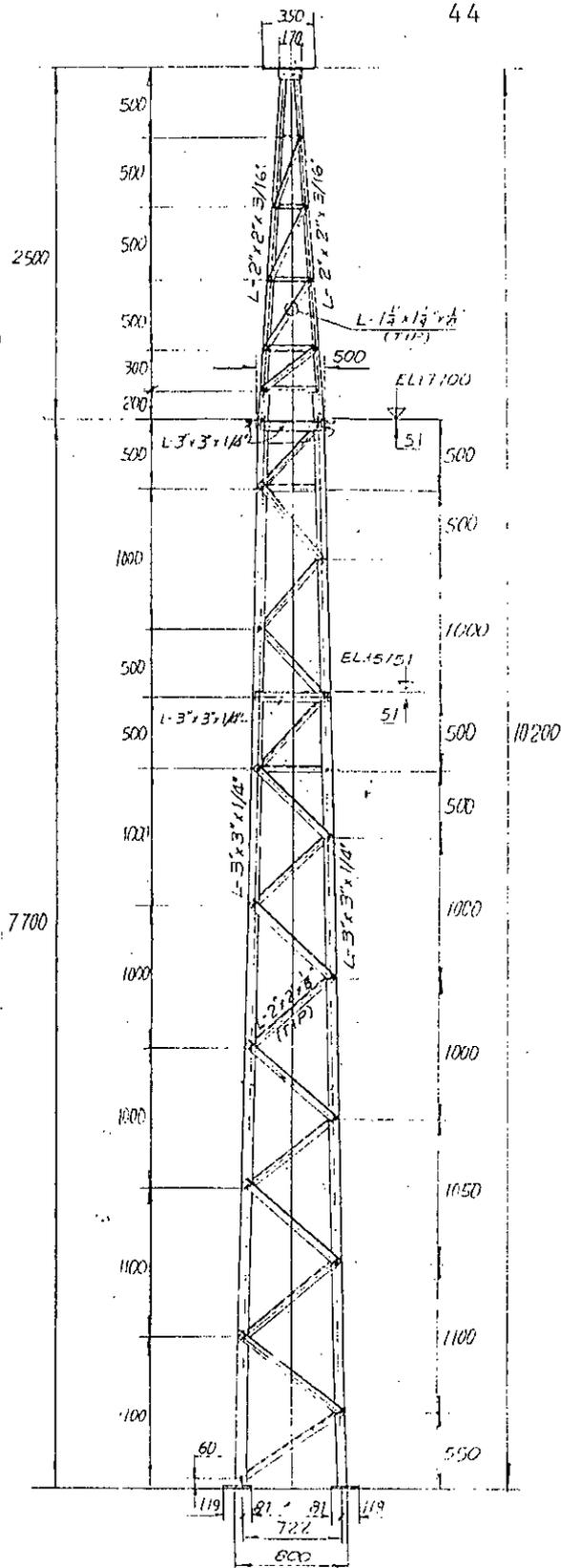
$$20 \times 20$$

$$M = \frac{27.3\text{kg/cm}^2 \cdot 10^2}{2} = 1,365\text{kg} \times \text{cm}^2 \quad fb = 0.75 \quad Fy = 1,890\text{ kg/cm}^2$$

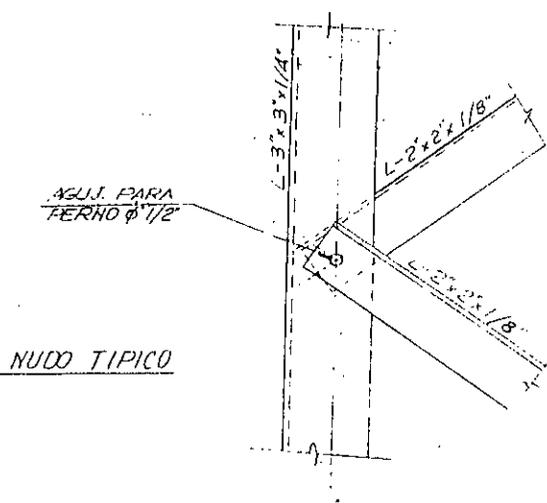
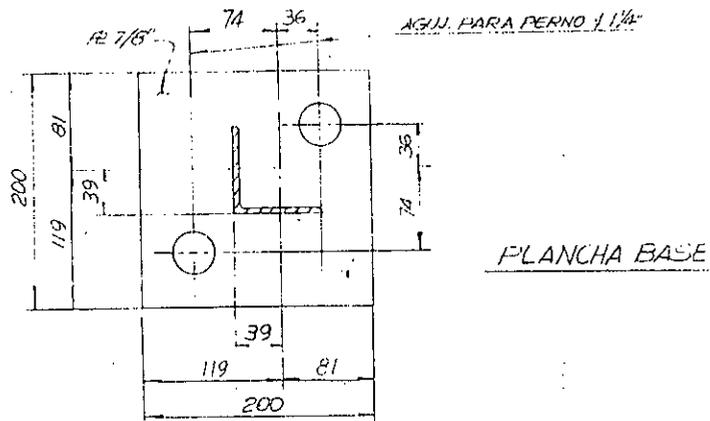
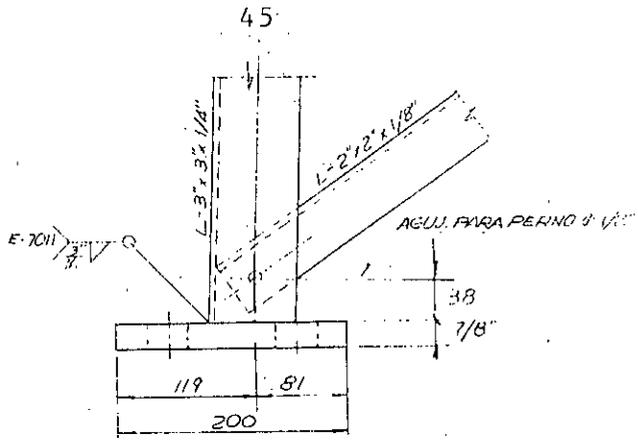
$$2$$

$$1,890 \geq \frac{6 \times 1,365}{1 \times e^2} ; e \geq 2.08\text{cm} \quad \Rightarrow \quad e = 7/8''$$

$$1 \times e^2$$



				Maßstab :		(Gewicht)
				TECCOM S.A.		
				Datum		Name
				Bearb.	29/04/93	V. HERRERA
				Gepr.	30/04/93	C. MARTES
				Norm	02/05/93	C. MARTES
				<b>INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.</b>		
				CY-448-2/93		Blatt 2
						5 Bl.
ust.	Anderung	Datum	Name	Urspr.	Ers für:	Ers durch:



				Maßstab :		(Gewicht)
				TECCOM S.A.		
				Datum		Name
Bearb.				30/04/93	V. MANSILLA	
Gepr.				20/04/93	L. MONTES	
Norm				2/05/93	L. MONTES	
<b>INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.</b>				CY-458-4 / 93		
				Blatt 4		
Zust.	Anderung	Datum	Name	Urspr:	Ers für:	Ers durch:

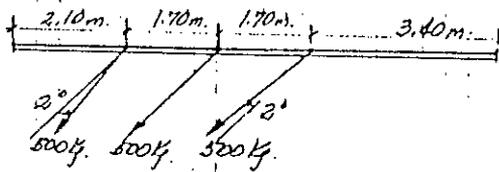


#### **4.4. PORTICO DE LINEA**

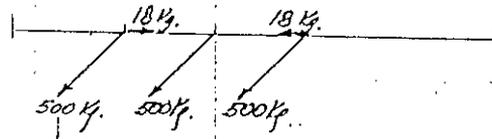
**VIGA V - 1**

CARGAS EN LA VIGA.-

Conductores -  
(Tiro horizontal)

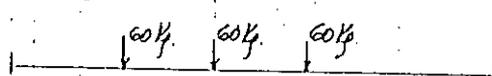


Carga resultante:

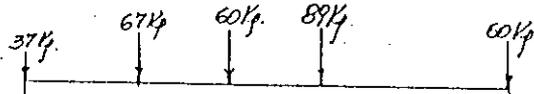


(50% actúan en la brida superior)

Conductores -  
(peso propio AIS/adars)



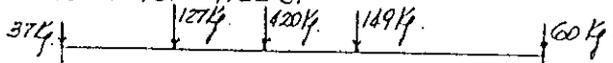
Peso propio Viga.-



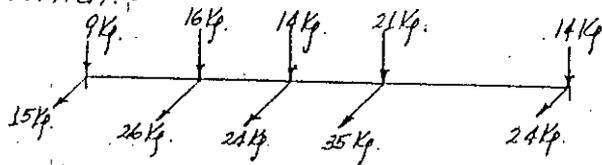
Montaje..

300 Kg.

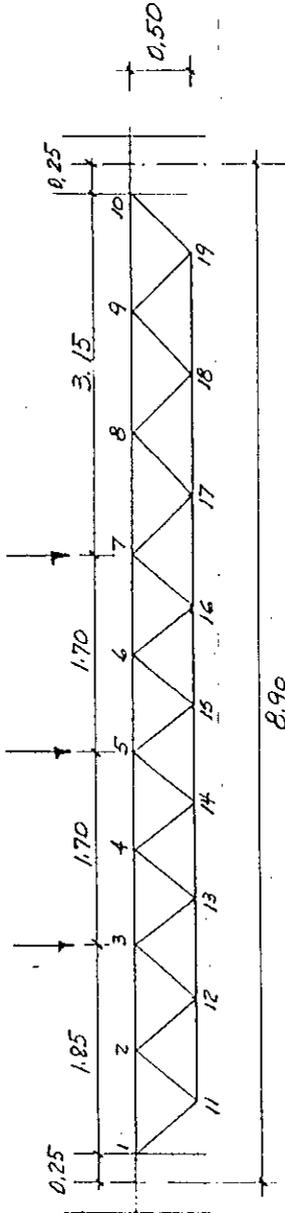
RESUMEN DE CARGAS VERTICALES.-



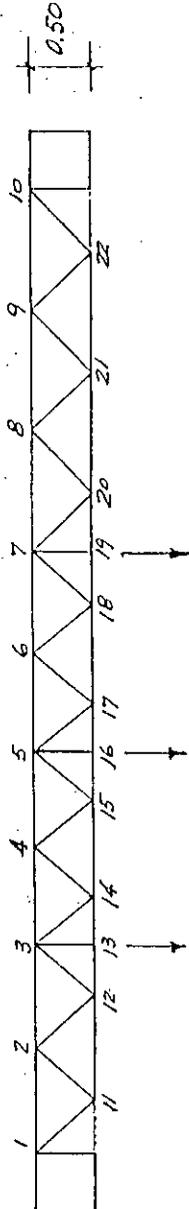
SOLICITACION SISMICA.-



			Maßstab:		(Gewicht)
			TECCOM S.A.		
			Datum	Name	
			Bearb.	30/04/93	V. JIMENEZ
			Gepr.	30/04/93	L. MARTES
			Norm	02/05/93	L. MARTES
			INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.		
			04 - 199 / 93		
Änderung	Datum	Name	Urspr:	Ers für:	Ers durch:



VIGA - Cargas Verticales



VIGA Cargas Horizontales

				Maßstab :		(Gewicht)												
				TECCOM S. A.														
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>30/04/93</td> <td>V. MANSILLA</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>30/04/93</td> <td>L. MONTE</td> </tr> <tr> <td>Norm</td> <td>02/05/93</td> <td>L. MONTE</td> </tr> </tbody> </table>					Datum	Name	Bearb.	30/04/93	V. MANSILLA	Gepr.	30/04/93	L. MONTE	Norm	02/05/93	L. MONTE	CARGAS EN LAS VIGAS		
	Datum	Name																
Bearb.	30/04/93	V. MANSILLA																
Gepr.	30/04/93	L. MONTE																
Norm	02/05/93	L. MONTE																
<b>INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.</b>				CY - 479-1/93		Blatt /												
						2 Bl.												
st	Anderung	Datum	Name	Urspr	Frs für	Frs durch												

## S.E. YARINACOCHA - Pórtico de Línea - VIGA, Cargas Verticales

Nudos	Apoyos	Barras	Hip.Carga	Mod.Elasticidad		
19	2	35	2	2.030000E+0007		
Nudos					Nudo	Inc.
Inicial	XI	YI			Final	
			XJ	YJ		
1	0.000000E+0000	0.500000E+0000	3	1	1.850000E+0000	0.500000E+0000
3	1.850000E+0000	0.500000E+0000	5	1	3.550000E+0000	0.500000E+0000
5	3.550000E+0000	0.500000E+0000	7	1	5.250000E+0000	0.500000E+0000
7	5.250000E+0000	0.500000E+0000	10	1	8.400000E+0000	0.500000E+0000
11	0.462500E+0000	0.000000E+0000	12	1	1.387500E+0000	0.000000E+0000
13	2.275000E+0000	0.000000E+0000	14	1	3.125000E+0000	0.000000E+0000
15	3.975000E+0000	0.000000E+0000	16	1	4.825000E+0000	0.000000E+0000
17	5.775000E+0000	0.000000E+0000	18	1	7.875000E+0000	0.000000E+0000

Nudo de Apoyo	Restricc. X	Restricc. Y	(SI = 1, NO = 0)
1	1	1	
10	1	1	

Barra Inicial	Nudo Inicial	Nudo Final	Area	Barra Final	Inc. Barras	Inc. Nudo Inicial	Inc. Nudo Final
1	1	2	1.161000E-0003	9	1	1	1
10	11	12	1.161000E-0003	17	1	1	1
18	1	11	0.684000E-0003	34	2	1	1
19	2	11	0.684000E-0003	35	2	1	1

## Carga Vertical Total

Nudo Inicial	Fx	Fy	Nudo Final	Inc. de Nudos
3	0.000000E+0000	-0.127000E+0000	0	
5	0.000000E+0000	-0.420000E+0000	0	
7	0.000000E+0000	-0.149000E+0000	0	

## Sismo Vertical

Nudo Inicial	Fx	Fy	Nudo Final	Inc. de Nudos
3	0.000000E+0000	-0.016000E+0000	0	
5	0.000000E+0000	-0.014000E+0000	0	
7	0.000000E+0000	-0.021000E+0000	0	

**S.E. YARINACOCHA - Pórtico de Línea - V I G A, Cargas Verticales.**

**DATOS GENERALES.-**

Número de Nudos	=	19
Número de Apoyos	=	2
Número de Barras	=	35
Número de Casos de Car	=	2
Número de Ecuaciones	=	35
Número Total de Término	=	180 (28%)

**Carga Vertical Total**

**CASO DE CARGA 1 : DESPLAZAMIENTO DE NUDOS**

Nudo	Desp. X (m)	Desp. Y (m)
1	0.000000	0.000000
2	-0.000014	-0.000978
3	-0.000058	-0.001850
4	-0.000119	-0.002445
5	-0.000197	-0.002804
6	-0.000279	-0.002812
7	-0.000351	-0.002558
8	-0.000421	-0.001901
9	-0.000463	-0.001009
10	-0.000477	0.000000
11	-0.000497	-0.000496
12	-0.000468	-0.001434
13	-0.000413	-0.002174
14	-0.000343	-0.002658
15	-0.000257	-0.002843
16	-0.000180	-0.002716
17	-0.000104	-0.002267
18	-0.000048	-0.001477
19	-0.000020	-0.000512

**Carga Vertical Total**

**CASO CARGA 1 : REACCIONES**

Nudo	Fx (Tn)	Fy (Tn)
1	0.000	0.397
10	0.000	0.299

**Carga Vertical Total**

**CASO CARGA 1 : ESFUERZOS EN BARRAS**

Barra	Tracción (Tn)	Compresión (Tn)	Longitud(m)
1 - 2		-0.368	0.925
2 - 3		-0.103	0.925
3 - 4		-1.700	0.850
4 - 5		-2.160	0.850
5 - 6		-2.263	0.850
6 - 7		-2.008	0.850
7 - 8		-1.568	1.050
8 - 9		-0.941	1.050
9 - 10		-0.314	1.050

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - VIGA, Cargas Verticales

Barra	Tracción (Tn)	Compresión (Tn)	Longitud(m)
11 - 12	0.735		0.825
12 - 13	1.470		0.888
13 - 14	1.930		0.850
14 - 15	2.390		0.850
15 - 16	2.135		0.850
16 - 17	1.881		0.950
17 - 18	1.254		1.050
18 - 19	0.527		1.050
1 - 11	0.541		0.681
2 - 11		-0.541	0.681
2 - 12	0.541		0.681
3 - 12		-0.541	0.681
3 - 13	0.355		0.656
4 - 13		-0.355	0.656
4 - 14	0.355		0.656
5 - 14		-0.355	0.656
5 - 15		-0.196	0.656
6 - 15	0.196		0.656
6 - 16		-0.196	0.656
7 - 16	0.196		0.656
7 - 17		-0.433	0.725
8 - 17	0.433		0.725
8 - 18		-0.433	0.725
9 - 18	0.433		0.725
9 - 19		-0.433	0.725
10 - 19	0.433		0.725

## Sismo Vertical

## CASO DE CARGA 2 : DESPLAZAMIENTO DE NUDOS

Nudo	Desp. X (m)	Desp. Y (m)
1	0.000000	0.000000
2	-0.000001	-0.000067
3	-0.000004	-0.000127
4	-0.000008	-0.000166
5	-0.000013	-0.000180
6	-0.000019	-0.000194
7	-0.000024	-0.000178
8	-0.000029	-0.000134
9	-0.000032	-0.000072
10	-0.000033	0.000000
11	-0.000034	-0.000034
12	-0.000032	-0.000099
13	-0.000028	-0.000148
14	-0.000024	-0.000180
15	-0.000018	-0.000184
16	-0.000013	-0.000189
17	-0.000007	-0.000160
18	-0.000003	-0.000105
19	-0.000001	-0.000036

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - VIGA Cargas Verticales

## Sismo Vertical

CASO CARGA 2 :		REACCIONES	
Nudo	Fx (Tn)	Fy (Tn)	
1	0.000	0.028	
10	0.000	0.023	

## Sismo Vertical

CASO CARGA 2 :		ESFUERZOS EN BARRAS	
Barra	Tracción (Tn)	Compresión (Tn)	Longitud(m)
1 - 2		-0.026	0.825
2 - 3		-0.079	0.825
3 - 4		-0.116	0.850
4 - 5		-0.137	0.850
5 - 6		-0.146	0.850
6 - 7		-0.143	0.850
7 - 8		-0.118	1.050
8 - 9		-0.071	1.050
9 - 10		-0.024	1.050
11 - 12	0.053		0.825
12 - 13	0.105		0.888
13 - 14	0.126		0.850
14 - 15	0.147		0.850
15 - 16	0.145		0.850
16 - 17	0.152		0.950
17 - 18	0.095		1.050
18 - 19	0.047		1.050
1 - 11	0.038		0.681
2 - 11		-0.039	0.681
2 - 12	0.036		0.681
3 - 12		-0.038	0.681
3 - 13	0.016		0.658
4 - 13		-0.016	0.658
4 - 14	0.016		0.658
5 - 14		-0.016	0.658
5 - 15		-0.002	0.658
6 - 15	0.002		0.658
6 - 16		-0.002	0.658
7 - 16	0.002		0.658
7 - 17		-0.033	0.725
8 - 17	0.033		0.725
8 - 18		-0.033	0.725
9 - 18	0.033		0.725
9 - 19		-0.033	0.725
10 - 19	0.033		0.725

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - VIGA, Cargas Horizontales

Nudos	Apoyos	Barras	Hip.Carga	Mod.Elasticidad		
22	2	41	2	2.030000E+0007		
Nudos Inicial	XI	YI	Nudo Final	Inc.	XJ	YJ
1	0.000000E+0000	0.500000E+0000	3	1	1.850000E+0000	0.500000E+0000
3	1.850000E+0000	0.500000E+0000	5	1	3.550000E+0000	0.500000E+0000
5	3.550000E+0000	0.500000E+0000	7	1	5.250000E+0000	0.500000E+0000
7	5.250000E+0000	0.500000E+0000	10	1	8.400000E+0000	0.500000E+0000
11	0.462500E+0000	0.000000E+0000	12	1	1.387500E+0000	0.000000E+0000
13	1.850000E+0000	0.000000E+0000	16	3	3.550000E+0000	0.000000E+0000
14	2.275000E+0000	0.000000E+0000	15	1	3.125000E+0000	0.000000E+0000
17	3.975000E+0000	0.000000E+0000	18	1	4.825000E+0000	0.000000E+0000
19	5.250000E+0000	0.000000E+0000	0			
20	5.775000E+0000	0.000000E+0000	22	1	7.875000E+0000	0.000000E+0000

Nudo de Apoyo	Restricc. X	Restricc. Y	(SI = 1, NO = 0)
1	1	1	
10	1	1	

Barra Inicial	Nudo Inicial	Nudo Final	Area	Barra Final	Inc. Barras	Inc. Nudo Inicial	Inc. Nudo Final
1	1	2	1.161000E-0003	9	1	1	1
10	11	12	1.161000E-0003	20	1	1	1
21	1	11	0.684000E-0003	25	2	1	1
26	3	14	0.684000E-0003	30	2	1	1
31	5	17	0.684000E-0003	35	2	1	1
36	7	20	0.684000E-0003	40	2	1	1
22	2	11	0.684000E-0003	24	2	1	1
27	4	14	0.684000E-0003	29	2	1	1
32	6	17	0.684000E-0003	34	2	1	1
37	8	20	0.684000E-0003	41	2	1	1

## Tiro de Conductores

Nudo Inicial	Fx	Fy	Nudo Final	Inc. de Nudos
13	0.000000E+0000	-0.500000E+0000	0	
16	0.000000E+0000	-0.500000E+0000	0	
19	0.000000E+0000	-0.500000E+0000	0	

## Sismo Horizontal

Nudo Inicial	Fx	Fy	Nudo Final	Inc. de Nudos
13	0.000000E+0000	-0.026000E+0000	0	
16	0.000000E+0000	-0.024000E+0000	0	
19	0.000000E+0000	-0.035000E+0000	0	

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - VIGA, Cargas Horizontales

## DATOS GENERALES.-

Número de Nudos	=	22
Número de Apoyos	=	2
Número de Barras	=	41
Número de Casos de Car	=	2
Número de Ecuaciones	=	41
Número Total de Término	=	225 (26%)

## Tiro de Conductores

## CASO DE CARGA 1 : DESPLAZAMIENTO DE NUDOS

Nudo	Desp. X (m)	Desp. Y (m)
1	0.000000	0.000000
2	-0.000031	-0.002002
3	-0.000128	-0.003772
4	-0.000253	-0.004919
5	-0.000402	-0.005598
6	-0.000558	-0.005662
7	-0.000706	-0.005209
8	-0.000855	-0.003888
9	-0.000944	-0.002089
10	-0.000973	0.000000
11	-0.001013	-0.001018
12	-0.000950	-0.002931
13	-0.000887	-0.003790
14	-0.000829	-0.004400
15	-0.000891	-0.005322
16	-0.000811	-0.005616
17	-0.000531	-0.005697
18	-0.000379	-0.005499
19	-0.000306	-0.005227
20	-0.000218	-0.004627
21	-0.000099	-0.003025
22	-0.000040	-0.001050

## Tiro de Conductores

## CASO CARGA 1 : REACCIONES

Nudo	Fx (Tn)	Fy (Tn)
1	0.000	0.886
10	0.000	0.864

## Tiro de Conductores

## CASO CARGA 1 : ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tracción (Tn)	Compresión (Tn)	Longitud(m)
1 - 2		-0.801	0.925
2 - 3		-2.403	0.925
3 - 4		-3.516	0.850
4 - 5		-4.138	0.850
5 - 6		-4.335	0.850
6 - 7		-4.108	0.850
7 - 8		-3.328	1.050
8 - 9		-1.997	1.050
9 - 10		-0.668	1.050
11 - 12	1.802		0.925

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - VIGA, Cargas Horizontales

12 - 13	3.204		0.452
13 - 14	3.204		0.425
14 - 15	3.827		0.850
15 - 16	4.449		0.425
16 - 17	4.449		0.425
17 - 18	4.221		0.850
18 - 19	3.994		0.425
19 - 20	3.994		0.525
20 - 21	2.662		1.050
21 - 22	1.331		1.050
1 - 11	1.180		0.681
2 - 11		-0.180	0.681
2 - 12	1.180		0.681
3 - 12		-0.180	0.681
3 - 13	0.500		0.500
3 - 14	0.480		0.656
4 - 14		-0.480	0.656
4 - 15	0.480		0.656
5 - 15		-0.480	0.656
5 - 16	0.500		0.500
5 - 17		-0.176	0.656
6 - 17	0.176		0.656
6 - 18		-0.176	0.656
7 - 18	0.176		0.656
7 - 19	0.500		0.500
7 - 20		-0.919	0.725
8 - 20	0.919		0.725
8 - 21		-0.919	0.725
9 - 21	0.919		0.725
9 - 22		-0.919	0.725
10 - 22	0.919		0.725

## Sismo Horizontal

## CASO DE CARGA 2 : DESPLAZAMIENTO DE NUDOS

Nudo	Desp. X (m)	Desp. Y (m)
1	0.000000	0.000000
2	-0.000002	-0.000112
3	-0.000007	-0.000212
4	-0.000014	-0.000278
5	-0.000022	-0.000317
6	-0.000031	-0.000324
7	-0.000040	-0.000300
8	-0.000048	-0.000225
9	-0.000054	-0.000120
10	-0.000055	0.000000
11	-0.000057	-0.000057
12	-0.000054	-0.000165
13	-0.000050	-0.000213
14	-0.000047	-0.000248
15	-0.000039	-0.000301
16	-0.000035	-0.000318
17	-0.000030	-0.000324
18	-0.000022	-0.000316
19	-0.000017	-0.000301

## S.E. YARINACOCHA - Pórtico de Línea - VIGA, Cargas Horizontales

20	-0.000012	-0.000267
21	-0.000005	-0.000175
22	-0.000001	-0.000061

## Sismo Horizontal

## CASO CARGA 2 : REACCIONES

Nudo	Fx (Tn)	Fy (Tn)
1	0.000	0.047
10	0.000	0.038

## Sismo Horizontal

## CASO CARGA 2 : ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tracción (Tn)	Compresión (Tn)	Longitud(m)
1 - 2		-0.044	0.925
2 - 3		-0.131	0.925
3 - 4		-0.193	0.850
4 - 5		-0.229	0.850
5 - 6		-0.245	0.850
6 - 7		-0.240	0.850
7 - 8		-0.198	1.050
8 - 9		-0.119	1.050
9 - 10		-0.040	1.050
11 - 12	0.087		0.925
12 - 13	0.175		0.462
13 - 14	0.175		0.425
14 - 15	0.211		0.850
15 - 16	0.247		0.425
16 - 17	0.247		0.425
17 - 18	0.242		0.850
18 - 19	0.238		0.425
19 - 20	0.238		0.525
20 - 21	0.159		1.050
21 - 22	0.079		1.050
1 - 11	0.064		0.681
2 - 11		-0.064	0.681
2 - 12	0.064		0.681
3 - 12		-0.064	0.681
3 - 13	0.026		0.500
3 - 14	0.026		0.656
4 - 14		-0.028	0.656
4 - 15	0.028		0.656
5 - 15		-0.028	0.656
5 - 16	0.024		0.500
5 - 17		-0.004	0.656
6 - 17	0.004		0.656
6 - 18		-0.004	0.656
7 - 18	0.004		0.656
7 - 19	0.035		0.500
7 - 20		-0.055	0.725
8 - 20	0.055		0.725
8 - 21		-0.055	0.725
9 - 21	0.055		0.725
9 - 22		-0.055	0.725
10 - 22	0.055		0.725

DISEÑO DE LA VIGABRIDA SUPERIOR:

Vemos que barra 5-6 tiene mayor carga a compresión

$$C_u = -10,996 \text{ Kg}$$

Consideramos ángulo  $2\frac{1}{2}'' \times 2\frac{1}{2}'' \times 3/16''$

$$\begin{aligned} \text{cuyos datos son: } A &= 5.80 \text{ cm}^2 && (\text{Area sección Transv}) \\ r &= 1.98 \text{ cm} && (\text{radio giro}) \\ L_x &= 85 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l_x &= \frac{85 \text{ cm}}{2} = 42.5 \\ r_y &= 1.98 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{para } l \leq 126 \Rightarrow F_a = \left[ \left( 1 - 0.5 \times \left( \frac{l}{r} \right)^2 / 126^2 \right) \right] \cdot F_y$$

$$F_a = 0.941 \times F_y$$

$$F_a = 0.941 \times 2520 \text{ Kg/cm}^2 = 2373 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C_{adm} = F_a \times A = 2373 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 5.80 \text{ cm}^2 = 13,768 \text{ Kg (carga admisible)}$$

$$C_u = 10,996 \text{ Kg} < C_{adm} = 13,768 \text{ Kg}$$

Empalme : con 2 pernos A-325 de  $5/8'' \text{ } \emptyset$  a cada lado  
 $2 \times 5800 \text{ Kg} = 11,600 \text{ Kg} > 10,996 \text{ Kg}$

OKBRIDA INFERIOR:

Barra 14-15 se encuentra a tracción  
 $T_u = 6903 \text{ Kg}$  (Tensión actuante)

Seleccionamos ángulo  $2'' \times 2'' \times 3/16''$

$$\begin{aligned} A &= 4.58 \text{ cm}^2 && (\text{Area sección transversal}) \\ r &= 1.57 \text{ cm} && (\text{radio de giro}) \\ l_x &= 1.050 \text{ m} && (\text{Longitud de Barra}) \end{aligned}$$

$$\text{TENSION ADMISIBLE: } T_{adm} = 0.6 \times 2520 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 1,520 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_{adm} = 1520 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 4.58 \text{ cm}^2 = 6962 \text{ Kg}$$

$$T_u = 6,903 \text{ Kg} < T_{adm} = 6,962 \text{ Kg}$$

**ENREJADO:****Barras 2-11**

$$C_u = - 541 \text{ Kg}$$

Seleccionamos

ángulo 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"

$$A = 3.42 \text{ cm}^2$$

(Area)

$$r = 0.73 \text{ cm}$$

(radio giro)

$$l = 0.681 \text{ m}$$

(Longitud de la barra)

$$\frac{L}{r} = 93 \rightarrow$$

$$F_a = [ 1 - 0.5 (L/r)^2 / 126^2 ] F_y$$

$$F_a = 0.725 F_y$$

$$F_a = 0.725 \times 2520 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 1833 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$C_{adm} = F_a \times A = 1828 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 3.42 \text{ cm}^2 = 6252 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$C_u = 541 \text{ Kg} < C_{adm} = 6252 \text{ Kg}$$

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - VIGA, Cargas de Viento

Nudos	Apoyos	Barras	Hip.Carga	Mod.Elasticidad		
22	2	41	1	2.030000E+0007		
Nudos Inicial	XI	YI	Nudo Final	Inc.	XJ	YJ
1	0.000000E+0000	0.500000E+0000	3	1	1.850000E+0000	0.500000E+0000
3	1.850000E+0000	0.500000E+0000	5	1	3.550000E+0000	0.500000E+0000
5	3.550000E+0000	0.500000E+0000	7	1	5.250000E+0000	0.500000E+0000
7	5.250000E+0000	0.500000E+0000	10	1	8.400000E+0000	0.500000E+0000
11	0.482500E+0000	0.000000E+0000	12	1	1.387500E+0000	0.000000E+0000
13	1.850000E+0000	0.000000E+0000	16	3	3.550000E+0000	0.000000E+0000
14	2.275000E+0000	0.000000E+0000	15	1	3.125000E+0000	0.000000E+0000
17	3.975000E+0000	0.000000E+0000	18	1	4.825000E+0000	0.000000E+0000
19	5.250000E+0000	0.000000E+0000		0		
20	5.775000E+0000	0.000000E+0000	22	1	7.875000E+0000	0.000000E+0000

Nudo de Apoyo	Restricc. X	Restricc. Y	(SI = 1, NO = 0)
1	1	1	
10	0	1	

Barra Inicial	Nudo Inicial	Nudo Final	Area	Barra Final
1	1	2	1.161000E-0003	9
10	11	12	1.161000E-0003	20
21	1	11	0.684000E-0003	25
26	3	14	0.684000E-0003	30
31	5	17	0.684000E-0003	35
36	7	20	0.684000E-0003	40
22	2	11	0.684000E-0003	24
27	4	14	0.684000E-0003	29
32	6	17	0.684000E-0003	34
37	8	20	0.684000E-0003	41

## Fuerza de viento (En cada brida)

Nudo Inicial	Fx	Fy	Nudo Final
13	0.000000E+0000	-0.007000E+0000	0
18	0.000000E+0000	-0.006000E+0000	0
19	0.000000E+0000	-0.009000E+0000	0

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - VIGA, Cargas de Viento

## DATOS GENERALES.-

Número de Nudos	=	22
Número de Apoyos	=	2
Número de Barras	=	41
Número de Casos de Car	=	1
Número de Ecuaciones	=	41
Número Total de Término	=	225 (26%)

## Fuerza de Viento (En cada brida)

## CASO DE CARGA 1 DESPLAZAMIENTO DE NUDOS

Nudo	Desp. X (m)	Desp. Y (m)
1	0.000000	0.000000
2	-0.000031	-0.002002
3	-0.000126	-0.003772
4	-0.000253	-0.004819
5	-0.000402	-0.005598
6	-0.000558	-0.005662
7	-0.000706	-0.005209
8	-0.000855	-0.003888
9	-0.000944	-0.002069
10	-0.000973	0.000000
11	-0.001013	-0.001016
12	-0.000950	-0.002931
13	-0.000887	-0.003790
14	-0.000829	-0.004400
15	-0.000691	-0.005322
16	-0.000611	-0.005816
17	-0.000531	-0.005897
18	-0.000379	-0.005499
19	-0.000306	-0.005227
20	-0.000218	-0.004627
21	-0.000089	-0.003025
22	-0.000040	-0.001050

## Fuerza de Viento (En cada brida)

## CASO CARGA 1 : REACCIONES

Nudo	Fx (Tn)	Fy (Tn)
1	0.000	0.012
10	0.000	0.010

## Fuerza de Viento (En cada brida)

## CASO CARGA 1 : ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tracción (Tn)	Compresión (Tn)	Longitud(m)
1 - 2		-0.011	0.925
2 - 3		-0.034	0.925
3 - 4		-0.050	0.850
4 - 5		-0.0599	0.850
5 - 6		-0.063	0.850
6 - 7		-0.062	0.850
7 - 8		-0.051	1.050
8 - 9		-0.031	1.050
9 - 10		-0.010	1.050

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - VIGA, Cargas Horizontales

11 - 12	0.023		0.925
12 - 13	0.045		0.452
13 - 14	0.045		0.425
14 - 15	0.055		0.850
15 - 16	0.064		0.425
16 - 17	0.064		0.425
17 - 18	0.062		0.850
18 - 19	0.061		0.425
19 - 20	0.061		0.525
20 - 21	0.041		1.050
21 - 22	0.020		1.050
1 - 11	0.017		0.681
2 - 11		-0.017	0.681
2 - 12	0.017		0.681
3 - 12		-0.017	0.681
3 - 13	0.007		0.500
3 - 14	0.007		0.656
4 - 14		-0.007	0.656
4 - 15	0.007		0.656
5 - 15		-0.007	0.656
5 - 16	0.006		0.500
5 - 17		-0.001	0.656
6 - 17	0.001		0.656
6 - 18		-0.001	0.656
7 - 18	0.001		0.656
7 - 19	0.009		0.500
7 - 20		-0.014	0.725
8 - 20	0.014		0.725
8 - 21		-0.014	0.725
9 - 21	0.014		0.725
9 - 22		-0.014	0.725
10 - 22	0.014		0.725

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - VIGA - 7,70, LUZ = 8.90 m.

Barra	C.V. (Ton)	Sismo V. (Ton)	C.H. (Ton)	Sismo H (Ton)	Viento (Ton)	2 CH + CV + V (Ton)
1 - 2	-0.368	-0.028	-0.801	-0.044	-0.011	-1.981
2 - 3	-1.103	-0.079	-2.403	-0.131	-0.034	-5.943
3 - 4	-1.700	-0.118	-3.518	-0.193	-0.050	-8.782
4 - 5	-2.180	-0.137	-4.318	-0.229	-0.059	-10.855
5 - 6	-2.263	-0.146	-4.385	-0.245	-0.063	-10.998
6 - 7	-2.008	-0.143	-4.108	-0.240	-0.062	-10.286
7 - 8	-1.568	-0.118	-3.328	-0.198	-0.051	-8.275
8 - 9	-0.941	-0.071	-1.997	-0.119	-0.031	-4.966
9 - 10	-0.314	-0.024	-0.666	-0.040	-0.010	-1.646
11 - 12	0.735	0.053	1.602	0.087	0.023	2.36
12 - 13	1.470	0.105	3.204	0.175	0.046	4.72
13 - 14	1.930	0.128	3.827	0.211	0.055	5.812
14 - 15	2.390	0.147	4.449	0.247	0.064	6.903
15 - 16	2.135	0.145	4.221	0.242	0.062	6.418
16 - 17	1.881	0.142	3.994	0.238	0.061	5.938
17 - 18	1.254	0.095	2.662	0.159	0.041	3.957
18 - 19	0.627	0.017	1.331	0.079	0.020	1.978
1 - 11	0.541	0.039				0.541
2 - 11	0.541	-0.039				-0.541
2 - 12	0.541	0.039				0.541
3 - 12	-0.541	-0.039				-0.541
3 - 13	0.355	0.016				0.355
4 - 13	-0.355	-0.016				-0.355
4 - 14	0.355	0.016				0.355
5 - 14	-0.355	-0.016				-0.355
5 - 15	-0.196	-0.002				-0.196
6 - 15	0.196	0.002				0.196
6 - 16	-0.196	-0.002				-0.196
7 - 16	0.196	0.002				0.196
7 - 17	-0.433	-0.033				-0.433
8 - 17	0.433	0.033				0.433
8 - 18	-0.433	-0.033				-0.433
9 - 18	0.433	0.033				0.433
8 - 19	-0.433	0.033				-0.433
10 - 19	0.433	0.033				0.433

## S.E. YARINACocha - Pórtico de Línea - VIGA + 7,70, Luz = 8.90 m.

Barra	Angulo	Area (cm <sup>2</sup> )	r (cm)	Lx (m)	L/r	Tu (Ton)	Tadm (Ton)	Cu (Ton)	Cadm (Ton)
1 - 2	2-1/2x3/16	5.80	1.98	0.925	47			-1.981	13.811
2 - 3	2-1/2x3/16	5.80	1.98	0.925	47			-5.943	13.811
3 - 4	2-1/2x3/16	5.80	1.98	0.850	43			-8.782	13.768
4 - 5	2-1/2x3/16	5.80	1.98	0.850	43			-10.855	13.768
5 - 6	2-1/2x3/16	5.80	1.98	0.850	43			-10.996	13.768
6 - 7	2-1/2x3/16	5.80	1.98	0.850	43			-10.286	13.768
7 - 8	2-1/2x3/16	5.80	1.98	1.050	53			-8.275	13.321
8 - 9	2-1/2x3/16	5.80	1.98	1.050	53			-4.966	13.321
9 - 10	2-1/2x3/16	5.80	1.98	1.050	53			-1.658	13.321
11 - 12	2 x 3/16	4.58	1.57	0.925	57	2.36	6.962		
12 - 13	2 x 3/16	4.58	1.57	0.888	59	4.72	6.962		
13 - 14	2 x 3/16	4.58	1.57	0.850	57	5.812	6.962		
14 - 15	2 x 3/16	4.58	1.57	0.850	54	6.903	6.962		
15 - 16	2 x 3/16	4.58	1.57	0.950	54	6.418	6.962		
16 - 17	3 x 1/4	4.58	1.57	1.050	54	5.936	6.962		
17 - 18	3 x 1/4	4.58	1.57	1.050	61	3.957	6.962		
18 - 19	3 x 1/4	4.58	1.57	0.881	67	1.978	6.962		
1 - 11	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.881	67	0.541	5.198		
2 - 11	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.881	93			-0.541	6.256
2 - 12	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.881	93	0.541	5.198		
3 - 12	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.881	93			-0.541	6.256
3 - 13	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.856	93	0.355	5.198		
4 - 13	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.856	90			-0.355	6.427
4 - 14	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.856	90	0.355	5.198		
5 - 14	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.856	90			-0.355	6.427
5 - 15	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.856	90			-0.196	6.427
6 - 15	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.856	90	0.196	5.198		
6 - 16	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.856	90			-0.196	6.427
7 - 16	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.856	90	0.196	5.198		
7 - 17	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.725	99			-0.433	5.941
8 - 17	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.725	99	0.433	5.198		
8 - 18	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.725	99			-0.433	5.941
9 - 18	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.725	99	0.433	5.198		
9 - 19	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.725	99			-0.433	5.941
10 - 19	1-1/2x3/16	3.42	0.73	0.725	99	0.433	5.198		



#### **4.5. PORTICO DE LINEA**

#### **SOPORTES DE EQUIPOS**

## S.E. YARINACocha - Soportes de Equipos

## DATOS GENERALES.-

Número de Nudos	=	10
Número de Apoyos	=	2
Número de Barras	=	16
Número de Casos de Carga	=	3
Número de Ecuaciones	=	16
Número Total de Término	=	78 (55%)

## Carga Vertical

## CASO DE CARGA 1 : DESPLAZAMIENTO DE NUDOS

Nudo	Desp. X (m)	Desp. Y (m)
1	0.000000	0.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000002	-0.000002
4	0.000002	-0.000001
5	0.000007	-0.000005
6	0.000010	-0.000002
7	0.000016	-0.000008
8	0.000022	-0.000004
9	0.000031	-0.000013
10	0.000031	-0.000004

## Carga Vertical

## CASO CARGA 1 : REACCIONES

Nudo	Fx (Tn)	Fy (Tn)
1	0.000	0.110
2	0.000	0.110

## Carga Vertical

## CASO CARGA 1 : ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tracción (Tn)	Compresión (Tn)	Longitud(m)
2 - 4		-0.110	0.612
4 - 6		-0.110	0.612
6 - 8		-0.110	0.612
8 - 10		-0.110	0.304
1 - 3		-0.110	0.306
3 - 5		-0.110	0.611
5 - 7		-0.110	0.611
7 - 9		-0.110	0.611
2 - 3		-0.000	0.429
3 - 4	0.000		0.429
4 - 5		-0.000	0.428
5 - 6	0.000		0.428
6 - 7		-0.000	0.428
7 - 8	0.000		0.429
8 - 9		-0.000	0.427
9 - 10	0.000		0.300

## S.E. YARINACocha - Soportes de Equipos

## Carga Sismo

## CASO DE CARGA 2 : DESPLAZAMIENTO DE NUDOS

Nudo	Desp. X (m)	Desp. Y (m)
1	0.000000	0.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000015	-0.000013
4	0.000037	0.000007
5	0.000078	-0.000031
6	0.000125	0.000012
7	0.000182	-0.000042
8	0.000243	-0.000015
9	0.000306	-0.000046
10	0.000307	0.000015

## Carga Sismo

## CASO CARGA 2 : REACCIONES

Nudo	Fx (Tn)	Fy (Tn)
1	0.000	0.785
2	-0.110	-0.785

## Carga Sismo

## CASO CARGA 2 : ESFUERZOS EN BARRAS

Barra	Tracción (Tn)	Compresión (Tn)	Longitud(m)
2 - 4	0.672		0.612
4 - 6	0.448		0.612
6 - 8	0.224		0.612
8 - 10		-0.000	0.304
1 - 3		-0.785	0.306
3 - 5		-0.560	0.611
5 - 7		-0.336	0.611
7 - 9		-0.111	0.611
2 - 3	0.157		0.429
3 - 4		-0.157	0.429
4 - 5	0.157		0.428
5 - 6		-0.157	0.429
6 - 7	0.157		0.428
7 - 8		-0.157	0.428
8 - 9	0.157		0.427
9 - 10		-0.157	0.300

## Carga Vertical + Sismo

## CASO DE CARGA 3 : DESPLAZAMIENTO DE NUDOS

Nudo	Desp. X (m)	Desp. Y (m)
1	0.000000	0.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000017	0.000015
4	0.000040	0.000008
5	0.000085	-0.000037
6	0.000135	0.000010
7	0.000199	-0.000051
8	0.000265	0.000011
9	0.000337	-0.000059
10	0.000338	-0.000011

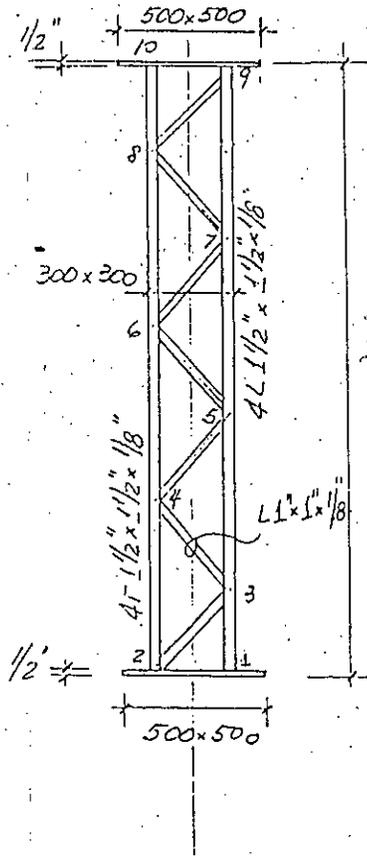
## S.E. YARINACocha - Soportes de Equipos

Carga Vertical + Sismo

CASO CARGA 3 :		REACCIONES
Nudo	Fx (Tn)	Fy (Tn)
1	0.000	0.895
2	-0.110	-0.675

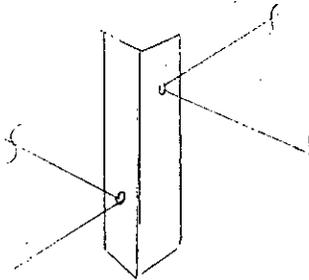
Carga Vertical + Sismo

CASO CARGA 3 :		ESFUERZOS EN BARRAS	Longitud(m)
Barra	Tracción (Tn)	Compresión (Tn)	
2 - 4	0.0562		0.612
4 - 6	0.338		0.612
6 - 8	0.114		0.612
8 - 10		-0.110	0.304
1 - 3		-0.895	0.306
3 - 5		-0.670	0.611
5 - 7		-0.445	0.611
7 - 9		-0.221	0.611
2 - 3	0.157		0.429
3 - 4		-0.157	0.429
4 - 5	0.157		0.428
5 - 6		-0.157	0.429
6 - 7	0.157		0.428
7 - 8		-0.157	0.429
8 - 9	0.157		0.427
9 - 10		-0.055	0.300



- 1.960 (SECCIONADOR DE LINEA)
- 2.400 (PARA RAYO)
- 2.050 (TRANSFORMADOR DE CORRIENTE)
- 2.140 (TRANSFORMADOR DE TENSIÓN)
- 2.365 (AISLADOR PORTABARRAS)

NOTA PARA TODOS LOS ELEMENTOS RETICULADOS, LOS VERTICES DE LA V DEL ENREJADO NO DEBEN COINCIDIR EN LAS DOS CARAS ANGULO VERTICAL:



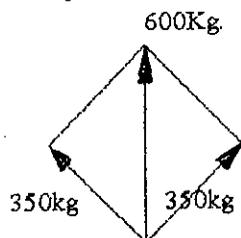
				Maßstab :		(Gewicht)
				TECCOM S.A.		
		Datum	Name	COLUMNA MEDIANA		
	Bearb.	29/04/93	V. J. ANGLIA			
	Gepr.	30/04/93	L. J. V. S.			
	Norm	02/05/93	L. J. V. S.			
<b>INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.</b>				77-450 / 25		Blatt /
Zust.	Anderung	Datum	Name	Urspr:	Ers für:	Ers durch:
						1 Bl.

#### **4.6. PORTICO DE LINEA**

#### **COLUMNA DE MURO**

**COLUMNA SOBRE MURO.**

Composición de Fuerzas.- Se hace el diseño para la fuerza resultante de 600 kgs., cuando se haga la futura ampliación.



$$M_R = 600 \text{ Kg.} \times 2.50 \text{ m} = 1500 \text{ Kg.} \times \text{m}$$

Consideramos una columna metálica tubular, de 6" de diámetro, Schedule 40.

$$\frac{D}{t} = \frac{168 \text{ mm.}}{7 \text{ mm.}} = 24; \quad \text{límite} = \frac{3300}{F_y} = 91.67 > 24 \quad \text{OK.}$$

$$\frac{K l}{r} = \frac{2 \times 250 \text{ cm.}}{5.715 \text{ cm.}} = 87.5 \quad \text{OK.}$$

Verificación de Esfuerzos.-  $\phi$  6" Sch. 40  $\Rightarrow S = 139.3 \text{ cm}^2$ .

$$f_b = \frac{1500 \times 100}{139.3} = 1077 \text{ Kg/cm}^2 < 1540 \text{ Kg/cm}^2. \quad \text{OK}$$

Plancha de base.-  $M = 1500 \text{ Kgcm.}$

Consideramos una  $\mathbb{P}$  de 25 cm. x 25 cm., con pernos de anclaje a 5 cm. del borde :

$$A_s = \frac{1500 \times 100}{1540 \times 87 \times 20} = 5.6 \text{ cm}^2 = 2\phi 1"$$

(Consideramos la zona roscada para los pernos)

$$\frac{1}{2} f_t kbd = A_s f_s \Rightarrow \frac{1}{2} f_c \times 0.402 \times 25 \times 20 = 5.6 \times 1540$$

$$f_t = 85.8 \text{ Kg/cm}^2 = 0.409 f_c < 0.45 f_c \quad \text{OK}$$

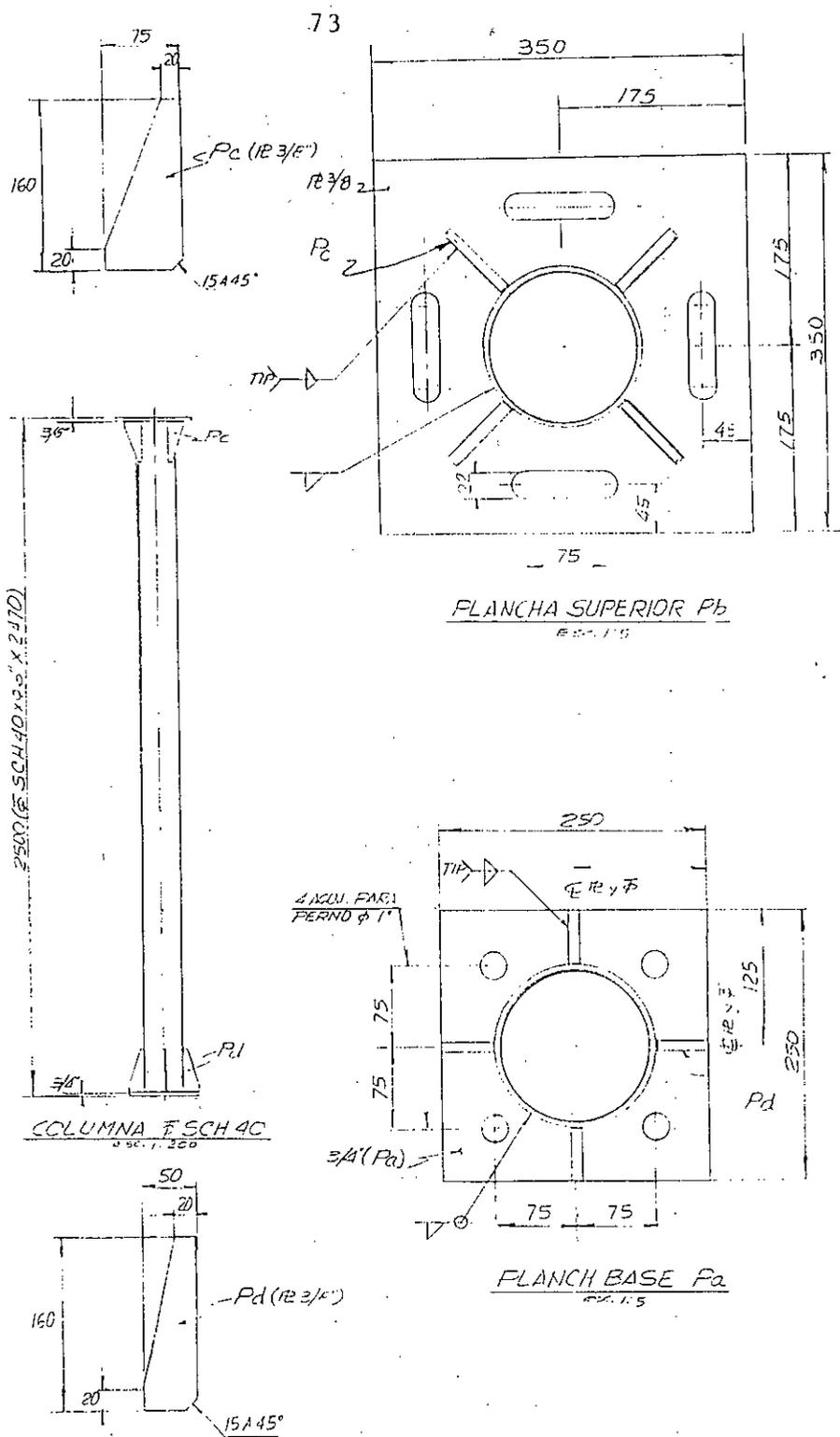
$$c = 5 \text{ cm.}; \quad F_b = 75 F_y = 1890 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$M_r = 85.8 \times 5^2 / 2 = 1072.5 \text{ Kg} \times \text{cm.} \quad ;$$

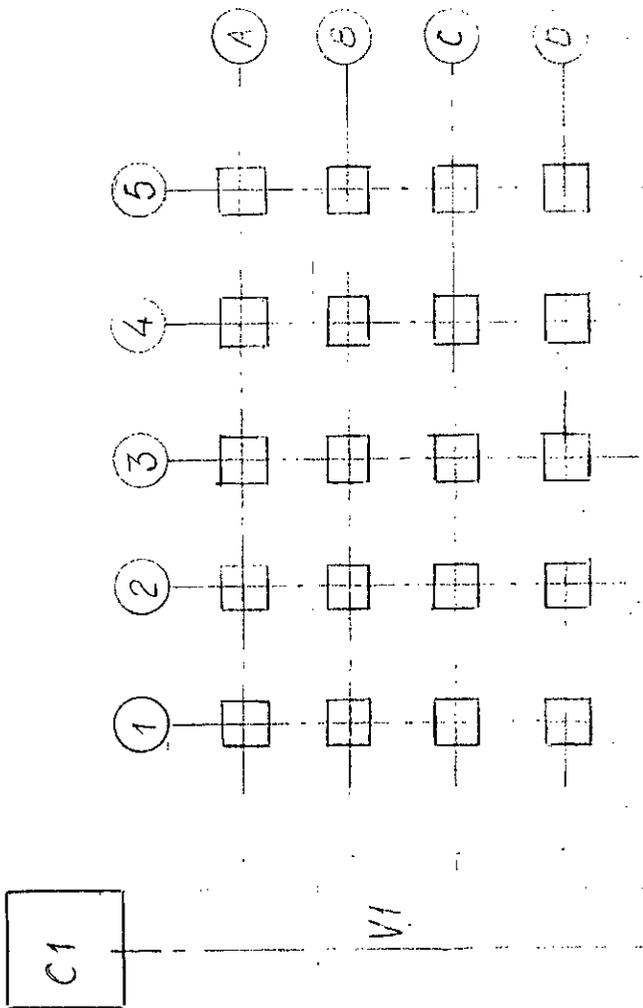
$$1890 = \frac{6 \times 1072.5}{1 \times t^2} \Rightarrow t = 1.845 \text{ cm.} = \frac{3}{4}" \quad \text{OK}$$

Resumen:

$\phi$  6" Sch. 40;  $\mathbb{P}$  10" x 10" x  $\frac{3}{4}$ "; 4 $\phi$ 1" @ 5 cm del borde.



		Maßstab :		(Gewicht)
		TECCOM S.A.		
		Datum	Name	
	Bearb.	30/04/23	V. M. L. F.	
	Gepr.		I. M. J. S.	
	Norm		I. M. J. S.	
INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.			CYMSA S.R.L.	
et.	Anderung	Datum	Urspr:	Ers für: / Ers durch:
				Blatt / Bl.



- ① C1 = COLUMINA
- ② V1 = VIGA
- ③ CM = COLUMNA MUCO
- ④ TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
- ⑤ SECCIONADOR DE LINEA
- ⑥ TRANSFORMADOR DE TRAMICION
- ⑦ AISLADOR PARA BRACEAS
- ⑧ PARA RAYO

				Maßstab:	(Gewicht)	
						TECCOM S.A.
			Datum	Name	PLANO DE PLANTA DE SUD ESTACION	
		Bearb.	30/04/93	VHUSUJA		
		Gepr.	05/05/93	L. HOUTES		
		Norm	05/05/93	L. HOUTES		
		<b>INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.</b>			CY-482/93	
Anderung	Datum	Name	Urspr:	Ers für:	Ers durch:	
					/ Bl.	

## CAPITULO V

### EVALUACION TECNICO-ECONOMICA

En el presente capítulo se analizan las variables que permiten la cuantificación de costos que se generan tanto para la fabricación como para el embalaje de los diferentes componentes como son las columnas del pórtico de línea, las vigas y los soportes de equipos.

La evaluación Técnica - Económica se hace en base a los materiales que intervienen en los diferentes procesos de fabricación de las columnas, vigas y soportes para equipos, así como la mano de obra directa que se emplea en las actividades de corte, punzonado, soldadura, pre armado, galvanizado y embalaje; mano de obra indirecta, entre otros elementos intervinientes.

#### 5.1. LISTADO DE PARTES.

Esta referido a los materiales empleados en la fabricación de los componentes estructurales de la sub estación, llegándose a determinar la cantidad, su ubicación, la descripción del material correspondiente, así como su respectivo peso.

Para una mejor ilustración de lo antes referido, se presentan los cuadros siguientes:

## LISTADO DE PARTES

COLUMNA PARA SUBESTACION - YARINACOCHALISTA DE MATERIALESCOLUMNA - C1

A - 36

CANT.	POS.	DESCRIPCION	DIMENSIONES	PESO
1	pa	Placa 3/8"	350 x 350	3,31
4	la	< 2" x 2" x 3/10"	2480 mm	36,02
4	lb	< 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16"	165 mm	3,11
4	lc	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	199 mm	1,21
4	ld	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 267 mm	267 mm	1,61
4	le	< 2" x 2" x 1/8"	336 mm	3,30
4	lf	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	405 mm	2,43
4	lg	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	446 mm	2,88
4	lh	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	576 mm	3,46
4	lj	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	604 mm	3,83
4	lk	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	639 mm	3,84
4	lm	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	529 mm	3,18
4	ln	< 3" x 3" x 1/4"	173 mm	5,05
2	ln1	< 3" x 3" x 1/4"	2712 mm	39,54
2	ln2	< 3" x 3" x 1/4"	4,798 mm	69,95
2	ln3	< 3" x 3" x 1/4"	5787 mm	84,37
2	ln4	< 3" x 3" x 1/4"	1723 mm	25,12
4	li	< 3" x 3" x 1/4"	330 mm	9,62
4	li1	< 3" x 3" x 1/4"	478 mm	13,94
4	pb	Placa 1"	200 x 200 mm	28,10
8	pc	Placa 1/4"	75 x 330 mm	9,88
1	lp	< 2" x 2" x 1/8"	470 mm	1,15
3	lq	< 3" x 3" x 1/4"	480 mm	10,50
2	lr	< 2" x 2" x 1/8"	606 mm	3,01
2	ls	< 3" x 3" x 1/4"	560 mm	8,16
2	lt	< 2" x 2" x 1/8"	550 mm	2,72
4	lu	< 2" x 2" x 1/8"	664 mm	6,52
4	lv	< 2" x 2" x 1/8"	478 mm	4,70
4	lv	< 2" x 2" x 1/8"	715 mm	7,04
4	lx	< 2" x 2" x 1/8"	729 mm	7,18

4	ly	< 2" x 2" x 1/8"	743 mm	7,32
4	lz	< 2" x 2" x 1/8"	757 mm	7,45
4	la1	< 2" x 2" x 1/8"	560 mm	5,50
4	lb1	< 2" x 2" x 1/8"	772 mm	7,58
4	lc1	< 2" x 2" x 1/8"	787 mm	7,73
4	ld1	< 2" x 2" x 1/8"	802 mm	7,88
4	le1	< 2" x 2" x 1/8"	817 mm	8,03
4	lf1	< 2" x 2" x 1/8"	833 mm	8,18
4	lg1	< 2" x 2" x 1/8"	849 mm	8,34
47	lh1	< 2" x 2" x 1/8"	897 mm	8,81
4	lj1	< 2" x 2" x 1/8"	914 mm	8,98
4	lk1	< 2" x 2" x 1/8"	932 mm	9,16
4	lm1	< 2" x 2" x 1/8"	913 mm	8,97
4	lt1	< 2" x 2" x 1/8"	709 mm	3,48
140		Pernos	$\phi$ 1/2" x 1 1/4"	12,88
2		Pernos	$\phi$ 1/2" x 1 3/8"	0,20
12		Pernos	$\phi$ 1/2" x 1 3/4"	1,32
8		Pernos	$\phi$ 5/8" x 1 3/4"	1,51
2		Pernos	$\phi$ 5/8" x 1 3/8"	0,34
64		Pernos	$\phi$ 3/4" x 1 3/4"	18,62
8		Pernos	$\phi$ 1 1/4" x 1000	50,50
154		Tuerca	$\phi$ 1/2" UNC	2,80
10		Tuerca	$\phi$ 9/8" UNC	0,37
64		Tuerca	$\phi$ 3/4"	3,58
8		Tuerca	$\phi$ 1 1/4"	0,96
154		Arandelas de presión	1/2" $\phi$	0,93
10		Arandelas de presión	5/8" $\phi$	0,10
64		Arandelas de presión	3/4" $\phi$	0,96
8		Arandelas de presión	1 1/4" $\phi$	0,20

VIGA PARA SUBESTACION - YARINACOCCHALISTA DE MATERIALESVIGA - V1

A - 36

CANT.	POS.	DESCRIPCION	DIMENSIONES	PESO
1	la	< 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16"	2884 mm	13,18
1	lb	< 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16"	5485 mm	25,07
1	lc	< 2" x 2" x 3/16"	5485 mm	18,16
1	ld	< 2" x 2" x 3/16"	2506 mm	9,11
18	le	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	650 mm	31,34
8	le1	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	645 mm	15,55
4	le2	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	655 mm	7,02
5	lf	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	719 mm	9,63
10	lf1	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	723 mm	19,37
3	lf	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	728 mm	5,85
6	lg	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	677 mm	10,88
3	lg1	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	672 mm	5,41
1	lg2	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	691 mm	1,82
1	lh	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	639 mm	1,71
2	lj	< 2" x 2" x 3/16"	470 mm	3,41
3	lu	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	484 mm	3,89
2	lm	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	607 mm	3,25
2	ln	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	709 mm	3,81
2	ln	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	672 mm	3,61
2	lp	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	662 mm	3,55
2	lr	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	675 mm	3,62
2	ls	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	290 mm	1,55
2	lt	< 2" x 2" x 3/16"	290 mm	2,11
4	pa	PL1/4	64 x 290	3,70
4	pb	PL 1/4	50 x 290	2,90
1	la'	< 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16"	5469 mm	25,10
1	lb'	< 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16"	2900 mm	13,25
1	lc'	< 2" x 2" x 3/16"	2475 mm	8,99
1	ld'	< 2" x 2" x 3/16"	2581 mm	18,45
2	lj	< 2" x 2" x 3/16"	484 mm	3,51
3	lk	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16"	470 mm	3,78
6		Pernos U	5/8"	2,88
4		Pernos	φ 5/8" x 1 1/4" c/t	0,64
40		Pernos	φ 5/8" x 1 1/2"	7,08
74		Pernos	φ 1/2" x 1 3/8"	7,03
6		Pernos	φ 1/2" x 1 1/2"	0,62
68		Tuercas	5/8" φ	
80		Tuercas	1/2" φ	
56		Arandelas pres.	5/8" φ	
80		Arandelas pres.	1/2" φ	

**SOPORTES PARA EQUIPOS SUB ESTACION YARINACocha**  
**LISTA DE MATERIALES**

**AISLADOR PORTABARRAS**

CANT.	POS.	DESCRIPCION	DIMENSIONES	PESO
2	ld	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	300 mm	2,01
2	ld1	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	300 mm	2,01
4	lu	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	2339 mm	17,12
20	lw	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	448 mm	13,50
4	lw1	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	449 mm	2,71
4	lx	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	475 mm	2,88
1	pa	PL 1/2	500 x 500	25,00
1	pf	PL 1/2	300 x 376	11,25
10		Pernos	φ 1/2" x 1 3/8"	3,80
36		Pernos	φ 1/2" x 1 1/4"	13,25
4		Pernos	φ 1/2" x 2 1/2"	1,80
4		Pernos	φ 3/4" x 600	5,28
50		Tuercas	1/2" φ	
4		Tuercas	3/4" φ	
50		Arandelas de presión	1/2" φ	
4		Arandelas de presión	3/4" φ	

**TRANSFORMADOR DE TENSION**

CANT.	POS.	DESCRIPCION	DIMENSIONES	PESO
2	ld	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	300 mm	2,01
2	ld1	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	300 mm	2,01
4	lu	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	2114 mm	15,48
16	lw	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	424 mm	10,21
8	lw1	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	423 mm	5,09
4	lx	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	451 mm	2,71
1	pa	PL 1/2"	500 x 500	25,00
1	pf	PL 1/2"	300 x 376	25,00
10		Pernos	φ 1/2" x 1 3/8"	3,80
36		Pernos	φ 1/2" x 1 1/4"	13,25
4		Pernos	φ 3/4" x 600	5,28
46		Tuercas	1/2" φ	
4		Tuercas	3/4" φ	
46		Arandelas de presión	1/2" φ	
4		Arandelas de presión	3/4" φ	

PARARRAYO

CANT.	POS.	DESCRIPCION	DIMENSIONES	PESO
2	ld	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	300 mm	2,01
2	ldf	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	300 mm	2,01
4	lf	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	2374 mm	17,38
24	lh	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	452 mm	16,31
4	lj	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	480 mm	2,89
1	pa	PL 1/2"	500 x 500 mm	25,00
1	pc	PL 1/2"	500 x 500 mm	25,00
10		Pernos	φ 1/2" x 1 3/8"	3,80
36		Pernos	φ 1/2" x 1 1/4"	13,25
4		Pernos	φ 3/4" x 600	5,28
40		Tuercas	1/2" φ	
40		Arandelas de presión	1/2" φ	
4		Tuercas	3/4" φ	
4		Arandelas de presión	3/4" φ	

SECCIONADOR DE LINEA (4 COLUMNAS)

CANT.	POS.	DESCRIPCION	DIMENSIONES	PESO
2	la	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	1934 mm	7,10
2	lb	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	1935 mm	7,10
24	lc	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	405 mm	14,60
2	ld	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	300 mm	2,01
2	le	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	300 mm	2,01
4	pa	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	430 mm	2,60
1	pb	PL 1/2"	500 x 500 mm	25,00
1		PL 1/2"	300 x 316 mm	11,25
8		Pernos	φ 1/2" x 1 3/8"	3,04
36		Pernos	φ 1/2" x 1 1/4"	13,25
4		Pernos	φ 3/4" x 600	21,12
42		Tuercas	1/2" φ	
42		Arandelas de presión	1/2" φ	
4		Tuercas	3/4" φ	
4		Arandelas de presión	3/4" φ	

## TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

CANT.	POS.	DESCRIPCION	DIMENSIONES	PESO
2	ld	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	300 mm	2,01
2	ld1	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	300 mm	2,01
4	lk	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	2024 mm	14,82
24	ln	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	414 mm	14,94
4	lp	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"	440 mm	2,85
1	pa	R 1/2	500 x 500 mm	25,00
1	pd	R 1/2	500 x 500 mm	25,00
10		Pernos	1/2" x 1 3/8"	3,80
36		Pernos	1/2" x 1 1/4"	13,25
4		Pernos	3/4" x 600	5,28
46		Tuercas	1/2" $\phi$	
46		Arandelas de presión	1/2" $\phi$	
4		Tuercas	3/4" $\phi$	
4		Arandelas de presión	3/4" $\phi$	

## 5.2. DETERMINACION DE COSTOS.

En relación a los costos considerados y que a través de ellos se ha determinado el precio o valor de venta son:

### COSTO DE FABRICACION (C.F).

Para la evaluación de este costo se ha considerado conveniente dividir el sistema en componentes, tales como:

- Columnas.
- Vigas.
- Soportes de equipos, y.
- Soporte sobre muro.

Para cada uno de estos componentes se ha elaborado un listado de partes y piezas, en donde se especifica: ítem, cantidad, posición, descripción, número de plano, peso, valor unitario y en el margen derecho un costo de fabricación (mano de obra) en los que intervienen los siguientes procesos: corte, punzonado, soldado, pre armado, galvanizado, embalaje, total de mano de obra y una columna final de costo total unitario.

A continuación se determinan los gastos indirectos (G.I), para lo cual se han empleado factores que son usados en el medio y que se han obtenido en base a la experiencia cotidiana del permanente trabajo en estos rubros. Estos factores al ser multiplicados por la mano de obra directa (M.O.D) da

como resultado los gastos indirectos (G.I).

En los gastos indirectos intervienen alquiler de local, seguro de planta, guardiana, servicios públicos (teléfono, energía eléctrica, etc.) y esto es el 6 % de la mano de obra directa.

Por lo tanto:

$$C.F = \text{MATERIALES DIRECTOS} + M.O.D + G.I$$

También en la evaluación de costos se ha considerado los gastos administrativos y financieros (G.A.F), cuya determinación se hace considerando factores que toman en cuenta todos los gastos realizados en operar y dirigir la organización y administración de la empresa, entre los que destacan: sueldo de empleados de oficina y depreciación de muebles y enseres. Por lo que estos gastos se han determinado por:

$$G.A.F = 0.22 ( M.O.D + G.I )$$

Luego se determina el costo de producción (C.P) por:

$$C.P = C.F + G.A.F$$

Finalmente se determina el precio o valor de venta (P.V) por la expresión

siguiente:

$$P.V = C.P + UTILIDAD + REGALIAS$$

En cuanto a la utilidad ésta generalmente depende de un porcentaje del costo de materiales y mano de obra directa y es en promedio del 20 % de estos dos. Así también las regalías están en el orden del 2-3 % de los mismos.

Con la metodología descrita se ha determinado el precio de venta de los componentes del sistema como se presenta a continuación:

#### ANALISIS DE COSTO COLUMNA C1:

Costo de Materiales : \$ 804.51

Costo de M.O.D. : 960.42

G.I. 6% M.O.D : 57.60

C.F=Mat.+M.O.D+G.I : 1822.53

G.A.F=0.22(M.O.D+G.I): 223.96

C.P=C.F+G.A.F : 2046.53

Utilid.=0.2(Mat.+M.O.D):352.98

Regalias=0.03(Mat.+MOD): 52.95

P.V=C.P+Util.+Reg. : 2452.46

Con esta modalidad se ha determinado el precio de venta de los demás componentes y que en forma analítica se presentan en los cuadros siguientes:

## INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.

PROYECTO : SUB ESTACION YARINACOCHA  
 CLIENTE : TECCOM S.A.  
 DESCRIPCION : COLUMNA CI  
 PLANO N° : C4 - 478/93

COSTO MATERIALES : \$ 804,51  
 COSTO MANO DE OBRA : 960,42  
 COSTO FABRICACION : 1,822.56

GASTOS ADMINISTRAT. : 223,97  
 COSTO PRODUCCION : 2,046,53  
 VALOR DE VENTA : 2,452,46

FECHA 15 05 93

ITEM	CANT	POSIC	DESCRIPCION	PESO	\$	\$	MANO DE OBRA						\$	
							CORTE	PUNZONA	SOLDADO	PREARMA	GLVANIZ	EMBALAJ		COS.M.O.
1	1	pa	Placa 3/8" x 350 x 350	3,31	0,70	2,32	1,40	2,00		0,50	2,20	0,93	7,03	9,35
2	4	la	< 2" x 2" x 3/16" x 2480 mm	36,02	0,75	27,01	6,00	7,60		5,40	23,45	10,00	52,45	79,46
3	4	lb	< 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16" x 165 mm	3,11		2,33	6,00	1,60		0,46	2,10	0,90	11,06	13,39
4	4	lc	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 199 mm	1,21		0,91	4,00	1,60		0,20	0,80	0,32	6,92	7,83
5	4	ld	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 267 mm	1,61		1,21	4,00	1,60		0,25	1,05	0,45	7,35	8,71
6	4	le	< 2" x 2" x 1/8" x 336 mm	3,30		2,48	6,00	1,60		0,50	2,15	0,95	11,20	13,68
7	4	lf	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 405 mm	2,43		1,82	4,00	1,60		0,37	1,60	0,68	8,25	10,07
8	4	lg	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 446 mm	2,68		2,01	4,00	1,60		0,41	1,75	0,75	8,51	10,52
9	4	lh	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 576 mm	3,46		2,60	4,00	1,60		0,52	2,25	0,96	9,33	11,93
10	4	lj	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 604 mm	3,63		2,72	4,00	1,60		0,55	2,35	1,10	9,60	12,32
11	4	lk	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 639 mm	3,84		2,88	4,00	1,60		0,58	2,50	1,10	9,78	12,66
12	4	lm	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 629 mm	3,18		2,38	4,00	1,60		0,48	2,10	0,90	9,08	11,46
13	4	ln	< 3" x 3" x 1/4" x 173 mm	5,05		3,80	7,20	6,60		0,76	3,28	1,41	19,25	23,05
14	2	ln1	< 3" x 3" x 1/4" x 2712 mm	39,54		29,96	3,60	14,40	3,50	6,00	25,70	11,00	64,20	94,16
15	2	ln2	< 3" x 3" x 1/4" x 4,798 mm	69,95		52,46	3,60	22,40		10,50	45,50	19,60	101,60	154,06
16	2	ln3	< 3" x 3" x 1/4" x 5787 mm	84,37		63,30	3,60	19,20	3,50	14,15	54,85	23,50	118,80	182,10
17	2	ln4	< 3" x 3" x 1/4" x 1723 mm	25,12		18,85	3,60	9,60		3,75	16,33	732,00	40,38	59,23
18	4	ln	< 3" x 3" x 1/4" x 330 mm	9,62		7,25	7,20	12,80		1,50	6,26	2,70	30,46	37,71
19	4	ln1	< 3" x 3" x 1/4" x 478 mm	13,94		10,50	7,20	12,80	7,00	2,20	9,10	3,92	42,20	52,70
20	4	pb	Placa 1" x 200 x 200 mm	28,10	0,70	19,67	12,00	16,00		4,20	18,30	7,82	58,32	77,99
21	8	pc	Placa 1/4" x 75 x 330 mm	9,86	0,70	6,90	6,50	12,80		1,50	6,40	2,51	29,71	36,61
22	1	lp	< 2" x 2" x 1/8" x 470 mm	1,15		0,90	1,50	0,80		0,20	0,75	0,32	3,57	4,47
23	3	lq	< 3" x 3" x 1/4" x 480 mm	10,50		7,90	5,40	4,80		1,60	6,80	2,95	21,55	29,45
24	2	lr	< 2" x 2" x 1/8" x 606 mm	3,01		2,30	3,00	2,40		0,40	1,95	0,85	8,60	10,90
25	2	ls	< 3" x 3" x 1/4" x 560 mm	8,16		6,10	3,60	1,60		1,20	5,95	2,30	14,65	20,75
<b>TOTAL</b>				<b>376,15</b>		<b>280,56</b>							<b>703,85</b>	<b>984,56</b>

## INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.

PROYECTO : SUB ESTACION YARINACOCHA  
 CLIENTE : TECCOM S.A.  
 DESCRIPCION : COLUMNA CI  
 PLANO Nº : C4 - 478/93

COSTO MATERIALES : \$ 804,51  
 COSTO MANO DE OBRA : 960,42  
 COSTO FABRICACION : 1,622,56

GASTOS ADMINISTRAT. : 223,97  
 COSTO PRODUCCION : 2,096,53  
 VALOR DE VENTA : 2.452,46

FECHA 15 05 93

ITEM	CANT	POSIC	DESCRIPCION	PESO	MANO DE OBRA										COST.TOT
					\$	\$	CORTE	PUNZONA	SOLDADO	PREARMA	GLVANIZ	EMBALAJ	COS.MIO	\$	
26	2	It	< 2" x 2" x 1/8" x 550 mm	2,72	0,75	2,04	1,10	1,60			0,40	1,77	0,76	5,63	7,87
27	4	Iu	< 2" x 2" x 1/8" x 664 mm	6,52		4,89	2,60	3,20			0,98	4,24	1,92	12,84	17,73
28	4	Iv	< 2" x 2" x 1/8" x 478 mm	4,70		3,53	1,85	3,20			0,70	3,00	1,32	10,07	13,60
29	4	Iw	< 2" x 2" x 1/8" x 715 mm	7,04		5,26	2,60	3,20			1,05	4,53	1,97	13,57	18,85
30	4	Ix	< 2" x 2" x 1/8" x 729 mm	7,18		5,38	2,67	3,20			1,10	4,68	2,00	13,84	19,22
31	4	Iy	< 2" x 2" x 1/8" x 743 mm	7,32		5,50	2,90	3,20			1,11	4,76	2,10	14,07	19,57
32	4	Iz	< 2" x 2" x 1/8" x 757 mm	7,45		5,60	2,96	3,20			1,12	4,85	2,10	14,25	19,85
33	4	Ia1	< 2" x 2" x 1/8" x 560 mm	6,50		4,13	2,20	3,20			0,83	3,57	1,54	11,34	15,47
34	4	Ib1	< 2" x 2" x 1/8" x 772 mm	7,56		5,65	3,00	3,20			1,13	4,93	2,12	14,35	20,03
35	4	Ic1	< 2" x 2" x 1/8" x 787 mm	7,73		5,60	3,10	3,20			1,16	5,00	2,10	14,56	20,36
36	4	Id1	< 2" x 2" x 1/8" x 902 mm	7,88		5,91	3,15	3,20			1,18	5,12	2,20	14,85	20,78
37	4	Ie1	< 2" x 2" x 1/8" x 817 mm	8,03		6,10	3,21	3,20			1,21	5,22	2,25	15,09	21,19
38	4	If1	< 2" x 2" x 1/8" x 633 mm	8,16		6,15	3,27	3,20			1,22	5,31	2,30	15,30	21,45
39	4	Ig1	< 2" x 2" x 1/8" x 849 mm	8,34		6,25	3,33	3,20	3,50		1,25	5,42	2,34	15,54	21,70
40	47	Ih1	< 2" x 2" x 1/8" x 897 mm	8,61		6,74	3,52	3,20			1,32	5,73	2,46	13,23	19,97
41	4	Ij1	< 2" x 2" x 1/8" x 914 mm	8,99		6,75	3,55	3,20	3,50		1,35	5,84	2,52	16,46	23,21
42	4	Ik1	< 2" x 2" x 1/8" x 932 mm	9,16		6,87	3,66	3,20			1,36	5,95	2,56	16,75	23,62
43	4	Im1	< 2" x 2" x 1/8" x 913 mm	8,97		6,73	3,55	3,20			1,35	5,94	2,51	16,45	23,18
44	4	It1	< 2" x 2" x 1/8" x 709 mm	3,48		2,61	1,39	3,20	7,00		0,52	2,26	0,96	8,35	10,96
45	140		Pernos 1/2" x 1 1/4"	12,68	0,60	64,00									64,00
46	2		Pernos 1/2" x 1 3/8"	0,20	0,65	1,30									1,30
47	12		Pernos 1/2" x 1 3/4"	1,32	0,90	10,80									10,80
48	8		Pernos 5/8" x 1 3/4"	1,51	1,15	9,44									9,44
49	2		Pernos 5/8" x 1 3/8"	0,34	1,10	2,20									2,20
50	64		Pernos 3/4" x 1 3/4"	18,62	1,85	118,40									118,40
51	8		Pernos 1 1/4" x 1000	50,50	15,60	124,80									124,80
<b>TOTAL</b>				<b>220,94</b>		<b>452,85</b>								<b>256,57</b>	<b>709,42</b>



## INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.

PROYECTO : SUB ESTACION YARINACOA  
 CLIENTE : TECCOM S.A.  
 DESCRIPCION : VIGA - V1  
 PLANO Nº : C4 - 479/93

COSTO MATERIALES : \$ 395,51  
 COSTO MANO DE OBRA : 557,15  
 COSTO FABRICACION : 986,09

GASTOS ADMINISTRAT. : 129,93  
 COSTO PRODUCCION : 1,116,02  
 VALOR DE VENTA : 1,335,13

FECHA 15 05 93

ITEM	CANT	POSIC	DESCRIPCION	PESO	\$ COST.UNIT.	\$ COST.MAT.	MANO DE OBRA						\$ COST.TOT	
							CORTE	PUNZONA	SOLDADO	PREARMA	GLVANIZ.	EMBALAJ		COS.M.O.
1	1	la	< 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16" x 2884 mm	13,18	0,75	9,90	5,27	4,40		1,95	8,45	3,64	23,71	33,61
2	1	lb	< 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16" x 5485 mm	25,07		18,80	10,00	8,40		3,75	16,25	7,00	45,40	64,20
3	1	lc	< 2" x 2" x 3/16" x 5485 mm	18,16		13,62	7,20	6,40		2,70	11,70	5,04	33,04	46,66
4	1	ld	< 2" x 2" x 3/16" x 2506 mm	9,11		6,83	3,60	4,40		1,35	5,85	2,52	17,72	24,55
5	18	le	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 650 mm	31,34		23,50	12,53	14,40		4,65	20,37	8,70	60,65	84,15
6	9	le1	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 645 mm	15,55		11,66	6,22	7,00		2,33	10,00	4,34	30,09	41,75
7	4	le2	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 655 mm	7,02		5,26	2,81	3,20		1,05	4,55	1,96	13,57	18,83
8	5	lf	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 719 mm	9,63		7,22	3,85	4,00		1,44	6,24	2,70	18,23	25,45
9	10	lf1	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 723 mm	19,37		14,53	7,60	8,00		2,93	12,60	5,43	36,56	51,09
10	3	lf	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 728 mm	5,85		4,38	2,34	2,40		0,88	3,80	1,64	11,06	15,44
11	6	lg	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 677 mm	10,88		8,16	4,35	4,80		1,65	7,07	3,10	20,97	29,13
12	3	lg1	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 672 mm	5,41		4,06	2,16	2,40		0,81	3,52	1,51	10,40	14,46
13	1	lg2	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 691 mm	1,82		1,36	0,71	0,80		0,27	1,18	0,51	3,47	4,83
14	1	lh	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 639 mm	1,71		1,28	0,72	0,80		0,25	1,10	0,50	3,37	4,65
15	2	lj	< 2" x 2" x 3/16" x 470 mm	3,41		2,56	1,36	1,60		0,51	2,22	0,95	6,64	9,20
16	3	lu	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 484 mm	3,89		2,92	1,55	2,40		0,58	2,53	1,10	8,16	11,08
17	2	lm	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 607 mm	3,25		2,40	1,30	1,60		0,48	2,11	0,91	6,40	8,80
18	2	ln	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 709 mm	3,81		2,86	1,52	1,60		0,57	2,48	1,06	7,23	10,09
19	2	ln	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 672 mm	3,61		2,70	2,50	1,60		0,54	2,35	1,01	8,00	10,70
20	2	lp	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 662 mm	3,55		2,66	1,42	1,60		0,52	2,30	0,99	6,83	9,49
21	2	lr	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 675 mm	3,62		2,71	1,45	1,60		0,54	2,35	1,01	6,95	9,66
22	2	ls	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 290 mm	1,55		1,16	0,62	6,40		0,23	1,00	0,43	8,68	9,84
23	2	lt	< 2" x 2" x 3/16" x 290 mm	2,11		1,58	0,84	6,40		0,31	2,40	0,60	10,55	12,13
24	4	pa	R 1/4 x 64 x 290	3,70	0,70	2,60	0,28	6,40		0,56	2,60	1,01	10,85	13,45
25	4	pb	R 1/4 x 50 x 290	2,90	0,70	2,10	1,16	6,40		0,44	1,88	0,81	10,69	12,79
<b>TOTAL</b>				<b>209,50</b>		<b>156,81</b>							<b>419,22</b>	<b>576,03</b>

**INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.**

89

PROYECTO : SUB ESTACION YARINACOCCHA  
 CLIENTE : TECCOM S.A.  
 DESCRIPCION : VIGA - V1  
 PLANO Nº : C4 - 479/93

COSTO MATERIALES : \$ 395,51  
 COSTO MANO DE OBRA : 557,15  
 COSTO FABRICACION : 986,09

GASTOS ADMINISTRAT. : 129,93  
 COSTO PRODUCCION : 1,116,02  
 VALOR DE VENTA : 1,335,13

FECHA 15 05 93

ITEM	CANT	POSIC	DESCRIPCION	PESO	\$ COST.UNIT.	\$ COST.MAT.	MANO DE OBRA						\$ COST.TOT	
							CORTE	PUNZONA	SOLDADO	PREARMA	GLVANIZ.	EMBALAJ		COS.M.O.
26	1	la'	< 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16" x 5469 mm.	25,10	0,75	18,83	10,00	8,80		3,75	16,25	7,00	45,80	64,63
27	1	lb'	< 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16" x 2900 mm	13,25		9,94	5,30	5,60		1,95	8,60	3,71	25,16	35,10
28	1	lc'	< 2" x 2" x 3/16" x 2475 mm	8,99		6,75	3,60	4,00		1,35	5,85	2,52	17,32	24,07
29	1	ld'	< 2" x 2" x 3/16" x 2581 mm	18,45		13,84	7,40	7,60		2,71	12,00	5,16	34,87	48,71
30	2	lj	< 2" x 2" x 3/16" x 484 mm	3,51		2,64	1,40	1,60		0,53	2,28	0,98	6,79	9,43
31	3	lk	< 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 470 mm	3,78		2,84	1,51	2,40		0,57	2,46	1,05	7,99	10,83
32	6		Pernos U $\phi$ 5/8"	2,88	8,00	48,00								48,00
33	4		Pernos U $\phi$ 5/8" x 1 1/4" c/t	0,64	0,92	3,68								3,68
34	40		Pernos U $\phi$ 5/8" x 1 1/2"	7,08	1,12	44,80								44,80
35	74		Pernos U $\phi$ 1/2" x 13/8"	7,03	0,65	48,10								48,10
36	6		Pernos U $\phi$ 1/2" x 1 1/2"	0,62	0,68	4,08								4,08
37	68		Tuercas 5/8" $\phi$		0,19	12,92								12,92
38	80		Tuercas 1/2" $\phi$		0,12	9,16								9,16
39	56		Arandelas pres. 5/8" $\phi$		0,12	6,72								6,72
40	80		Arandelas pres. 1/2" $\phi$		0,08	6,40								6,40
<b>TOTAL</b>				<b>91,33</b>		<b>238,70</b>							<b>137,93</b>	<b>376,63</b>

## INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.

PROYECTO : SUB ESTACION YARINACOCHA  
 CLIENTE : TECCOM S.A.  
 DESCRIPCION : SOPORTE DE EQUIPOS  
 PLANO N° : C4 - 480/93

COSTO MATERIALES : \$ 115,78  
 COSTO MANO DE OBRA : 160,46  
 COSTO FABRICACION : 285,87

GASTOS ADMINISTRAT. : 37,42  
 COSTO PRODUCCION : 323,29  
 VALOR DE VENTA : 386,83

FECHA 15 05 93

ITEM	CANT	POSIC	DESCRIPCION	PESO	\$		MANO DE OBRA						\$	
					COST.UNIT.	COST.MAT.	CORTE	PUNZONA	SOLDADO	PREARMA	GLVANIZ.	EMBALAJ		COS.M.O.
			AISLADOR PORTABARRAS CANTIDAD = 01											
1	2	ld	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 300 mm	2,01	0,75	1,52	0,81	1,60		0,31	1,31	0,56	4,59	6,11
2	2	ld1	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 300 mm	2,01		1,52	0,81	1,60		0,31	1,31	0,56	4,59	6,11
3	4	lu	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 2339 mm	17,12		12,84	6,85	14,40		2,57	11,13	4,81	39,76	52,60
4	20	lw	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 448 mm	13,50		10,13	5,40	16,00		2,03	8,78	3,78	35,99	46,12
5	4	lw1	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 449 mm	2,71		2,04	1,08	3,20		0,41	1,76	0,86	7,21	9,25
6	4	lx	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 475 mm	2,86		2,15	1,15	3,20		0,43	1,86	0,81	7,45	9,60
7	1	pa	ϕ 1/2 x 500 x 500	25,00	0,70	17,50	10,00	4,00		3,75	16,25	7,00	41,00	58,50
8	1	pf	ϕ 1/2 x 300 x 376	11,25		7,90	4,50	3,20		1,71	7,31	3,15	19,87	27,77
9	10		Pernos ϕ1/2" x 1 3/8"	3,80	0,65	6,50								6,50
10	36		Pernos ϕ1/2" x 1 1/4"	13,25	0,60	21,60								21,60
11	4		Pernos ϕ1/2" x 2 1/2"	1,80	1,10	4,40								4,40
12	4		Pernos ϕ3/4" x 600	5,28	4,00	16,00								16,00
13	50		Tuercas 1/2" ϕ		0,12	6,00								6,00
14	4		Tuercas 3/4" ϕ		0,25	1,00								1,00
15	50		Arandelas de presión 1/2" ϕ		0,08	4,00								4,00
16	4		Arandelas de presión 3/4" ϕ		0,17	0,68								0,68
<b>TOTAL</b>				<b>100,59</b>		<b>115,78</b>							<b>160,46</b>	<b>276,24</b>

INDUSTRIAS CIVISA S.R.L.

PROYECTO : SUB ESTACION YARINACOCHA  
 CLIENTE : TECCOM S.A.  
 DESCRIPCION : SOPORTE DE EQUIPOS  
 PLANO Nº : C4 - 480/93

COSTO MATERIALES : \$ 118,15  
 COSTO MANO DE OBRA : 176,76  
 COSTO FABRICACION : 305,52

GASTOS ADMINISTRAT. : 41,22  
 COSTO PRODUCCION : 346,74  
 VALOR DE VENTA : 414,57

FECHA 15 05 93

ITEM	CANT	POSIC	DESCRIPCION	PESO	\$		MANO DE OBRA						\$	
					COST.UNIT.	COST.MAT.	CORTE	PUNZONA	SOLDADO	PREARMA	GLVANIZ.	EMBALAJ	COS.M.O.	COST.TOT
			TRANSFORMADOR DE TENSION CANTIDAD = 01											
1	2	ld	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 300 mm	2,01	0,75	1,52	0,81	1,60		0,31	1,31	0,56	4,59	6,11
2	2	ld1	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 300 mm	2,01		1,52	0,81	1,60		0,31	1,31	0,56	4,59	6,11
3	4	lu	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 2114 mm	15,48		11,61	5,21	14,40		2,32	10,06	4,33	37,32	48,93
4	16	lw	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 424 mm	10,21		7,66	4,08	12,80		1,53	6,54	2,86	27,91	35,57
5	8	lv1	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 423 mm	5,09		3,82	2,04	6,40		0,76	3,31	1,43	13,94	17,75
6	4	lx	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 451 mm	2,71		2,04	1,08	3,20		0,41	1,76	0,76	7,21	9,25
7	1	pa	ϕ 1/2 x 500 x 500	25,00	0,70	17,50	10,00	4,00		3,75	16,25	7,00	41,00	58,50
8	1	pf	ϕ 1/2 x 300 x 376	25,00		17,50	10,00	3,20		3,75	16,25	7,00	40,20	57,70
9	10		Pernos ϕ 1/2" x 1 3/8"	3,80	0,65	6,50								6,50
10	36		Pernos ϕ 1/2" x 1 1/4"	13,25	0,60	21,60								21,60
11	4		Pernos ϕ 3/4" x 600	5,28	4,00	16,00								16,00
12	46		Tuercas 1/2" ϕ		0,12	5,52								5,52
13	4		Tuercas 3/4" ϕ		0,25	1,00								1,00
14	46		Arandelas de presión 1/2" ϕ		0,08	3,68								3,68
15	4		Arandelas de presión 3/4" ϕ		0,17	0,68								0,68
<b>TOTAL</b>				<b>109,84</b>		<b>118,15</b>							<b>176,76</b>	<b>294,91</b>

## INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.

PROYECTO : SUB ESTACION YARINACOCHA  
 CLIENTE : TECCOM S.A.  
 DESCRIPCION : SOPORTE DE EQUIPOS  
 PLANO N° : C4 - 480/93

COSTO MATERIALES : \$ 104,88  
 COSTO MANO DE OBRA : 152,78  
 COSTO FABRICACION : 266,83

GASTOS ADMINISTRAT. : 35,63  
 COSTO PRODUCCION : 302,46  
 VALOR DE VENTA : 361,72

FECHA 15 05 93

ITEM	CANT	POSIC	DESCRIPCION	PESO	\$		MANO DE OBRA						\$	
					COST.UNIT.	COST.MAT.	CORTE	PUNZONA	SOLDADO	PREARMA	GLVANIZ	EMBALAJ	COS.M.O.	COST.TOT
			SECCIONADOR DE LINEA CANTIDAD = 01											
1	2	la	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 1934 mm	7,10	0,75	5,33	2,84	7,20		1,07	4,62	2,10	17,83	23,16
2	2	lb	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 1935 mm	7,10		5,33	2,84	7,20		1,07	4,62	2,10	17,83	23,16
3	24	lc	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 405 mm	14,60		10,95	5,84	19,20		2,19	9,49	4,10	40,82	51,77
4	2	ld	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 300 mm	2,01		1,52	0,81	1,60		0,31	1,31	0,56	4,59	6,11
5	2	le	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 300 mm	2,01		1,52	0,81	1,60		0,31	1,31	0,56	4,59	6,11
6	4	pa	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 430 mm	2,60		1,95	1,04	3,20		0,39	1,69	0,73	7,05	9,00
7	1	pb	R 1/2 x 500 x 500 mm	25,00	0,70	17,50	10,00	4,00		3,75	16,25	7,00	41,00	58,50
8	1		R 1/2 x 300 x 375 mm	11,25		7,90	4,50	2,40		1,71	7,31	3,15	19,07	26,97
9	8		Pernos φ 1/2" x 1 3/8"	3,04	0,65	5,20								5,20
10	36		Pernos φ 1/2" x 1 1/4"	13,25	0,60	21,60								21,60
11	4		Pernos φ 3/4" x 600	21,12	4,00	16,00								16,00
12	42		Tuercas 1/2" φ		0,12	5,04								5,04
13	42		Arandelas de presión 1/2" φ		0,08	3,36								3,36
14	4		Tuercas 3/4" φ		0,25	1,00								1,00
15	4		Arandelas de presión 3/4" φ		0,17	0,68								0,68
<b>TOTAL</b>				<b>109,08</b>		<b>104,88</b>							<b>152,78</b>	<b>257,66</b>

**INDUSTRIAS CYMSA S.R.L.**

94,

PROYECTO : SUB ESTACION YARINACOCHA  
 CLIENTE : TECCOM S.A.  
 DESCRIPCION : SOPORTE DE EQUIPOS  
 PLANO N° : C4 - 480/93

COSTO MATERIALES : \$ 117,45  
 COSTO MANO DE OBRA : 175,15  
 COSTO FABRICACION : 303,11

GASTOS ADMINISTRAT. : 40,84  
 COSTO PRODUCCION : 343,95  
 VALOR DE VENTA : 411,25

FECHA 15 05 93

ITEM	CANT	POSIC	DESCRIPCION	PESO	\$ COST.UNIT.	\$ COST.MAT.	MANO DE OBRA						\$ COST.TOT	
							CORTE	PUNZONA	SOLDADO	PREARMA	GLVANIZ.	EMBALAJ		COS.M.O.
			TRANSFORMAD. DE CORRIENTE CANTIDAD = 01											
1.	2	ld	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 300 mm	2,01	0,75	1,52	0,81	1,60		0,31	1,31	0,56	4,59	6,11
2	2	ld	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 300 mm	2,01		1,52	0,81	1,60		0,31	1,31	0,56	4,59	6,11
3	4	lk	< 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" x 2024 mm	14,82		11,12	5,93	14,40		2,22	9,63	4,15	36,33	47,45
4	24	ln	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 414 mm	14,94		11,21	5,98	19,20		2,24	9,71	4,18	41,31	52,52
5	4	lp	< 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8" x 440 mm	2,65		2,10	1,08	3,20		0,41	1,72	0,74	7,13	9,23
6	1	pa	ϕ 1/2 x 500 x 500 mm	25,00	0,70	17,50	10,00	4,00		3,75	16,25	7,00	41,00	58,50
7	1	pd	ϕ 1/2 x 500 x 500 mm	25,00		17,50	10,00	3,20		3,75	16,25	7,00	40,20	57,70
8	10		Pernos ϕ 1/2" x 1 3/8"	3,80	0,65	6,50								6,50
9	36		Pernos ϕ 1/2" x 1 1/4"	13,25	0,60	21,60								21,60
10	4		Pernos ϕ 3/4" x 600	5,28	4,00	16,00								16,00
11	46		Tuercas 1/2" ϕ		0,12	5,52								5,52
12	46		Arandelas de presión 1/2" ϕ		0,08	3,68								3,68
13	4		Tuercas 3/4" ϕ		0,25	1,00								1,00
14	4		Arandelas de presión 3/4" ϕ		0,17	0,68								0,68
<b>TOTAL</b>				<b>108,76</b>		<b>117,45</b>							<b>175,15</b>	<b>292,60</b>



RESUMEN DE COSTO

02 COLUMNAS	$C1 = 2 \times 2,452.46 =$	\$ 4,904.92
02 VIGA	$V1 = 2 \times 1,335.13 =$	\$ 2,670.26
01 COLUMNA MURO	$CM = 1 \times 393.81$	\$ 393.81
04 AISLADORA PORTA BARRA	$4 \times 383.83 =$	\$ 1,547.32
04 TRANSFORMADORES DE TENSION	$4 \times 414.57 =$	\$ 1,658.28
04 PARARRAYOS	$4 \times 424.38 =$	\$ 1,697.52
04 SECCIONADOR DE LINEA	$4 \times 361.72 =$	\$ 1,446.88
04 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	$4 \times 411.25 =$	\$ 1,645.00
		US \$ 15,963.99

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La participación de la empresa nacional en la elaboración y ejecución de proyectos del sector eléctrico, como es el caso del proyecto motivo de presentación, demuestra la capacidad profesional de la ingeniería peruana, haciéndola cada vez más competitiva frente a las empresas extranjeras.
- La ejecución de proyectos, como es el caso de la sub estación de Yarinacocha, bajo la organización, dirección y supervisión de ingenieros peruanos, generan divisas nacionales y crea puestos de trabajo posibilitando el desarrollo socio económico de la región y por ende del país.
- El diseño y los cálculos que se realizan en la elaboración de proyectos estructurales, como es el pórtico de línea, vigas y soportes de equipos de la sub estación de Yarinacocha, con ayuda de programas computacionales a partir de datos consistentes, disminuye apreciablemente el tiempo de preparación del proyecto, así como la ejecución de obras lo que redundará en la productividad y rentabilidad de la empresa.
- La participación directa de la micro y pequeña empresa en la ejecución de obras significativas de ingeniería, como la que se presenta en este trabajo, posibilita el entrenamiento y acumulación de experiencia tan

necesaria para la creación de una industria de base que permita el desarrollo socio económico sostenido del país.

- En la fabricación de los diferentes componentes del sistema de la sub estación se ha empleado materiales nacionales, los mismos que han pasado las diferentes pruebas exigidas por la empresa propietaria ELECTROCENTRO S.A, hecho de suma importancia por que demuestra la calidad del producto nacional y que permite un ahorro de divisas para el país al no tener que acudir a importación alguna.
- Es recomendable que el personal que labora en la empresa tanto a nivel profesional como técnico sea capacitado permanentemente, a fin de lograr niveles de productividad y eficiencia empresarial.
- Para el transporte de los diferentes componentes estructurales al distrito de Yarinacocha, lugar de la ejecución de obras, es necesario tomar las medidas de seguridad que posibiliten la llegada de los mismos con la calidad y oportunidad requerida a fin de que la obra se ejecute en los tiempos establecidos.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Shigley Joseph E. - Mitchell Larry D. "DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA, Edit. Mc. Graw Hill, Sexta Edic., Mexico, 1991.
2. Shigley Joseph E. "APPLIED MECHANICS OF MATERIALS, Edit. Mc Graw Hill, Cuarta Edic., Nueva York, 1982.
3. López De Heredia, Oscar. "ESTRUCTURAS DE ACERO, COMPORTAMIENTO Y DISEÑO", Edit. LIMUSA, Primera Edic., Mexico 1980.
4. Allowable Stress Design. "MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION", Novena Edic., Chicago 1991.
5. Allowable Stress Design. "MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION", Volumen II - Connections, Novena Edic., Chicago 1993.
6. Popov Egor P. "INTRODUCTION TO MECHANICS OF MECHANICS OF SOLIDS", Prentice Hall, Quinta Edic., New Jersey 1986.
7. Bagci Cemill "FINITE STRESS ELEMENTS AND APPLICATIONS IN MACHINE DESIGN", Articulo presentado en The Sixth OSU

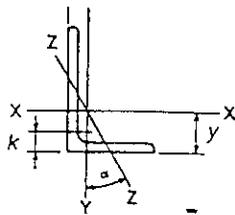
applied Mechanisms Conference, Denver, Octubre 1979.

8. Koontz O'Donnell. "CURSO DE ADMINISTRACION MODERNA",  
Mc. Graw Hill, Octava Edic., Mexico, 1988.
9. Johnson Robert W. "ADMINISTRACION FINANCIERA ", Septima  
Edic., Edit. C.E.C.S.A, Mexico, 1990.
10. Blank Leland - Tarquin Anthony. "INGENIERIA ECONOMICA",  
Mc. Graw Hill, Cuarta Edic., Mexico, 1991.
11. Zoppetti J. Claudio. "REDES ELECTRICAS DE ALTA Y BAJA  
TENSION", Edit. Gustavo Gili S.A, Tercera Edic., Barcelona, 1989.

**ANEXOS**

A. TABLAS DEL AMERICAN INSTITUTE OF STEEL  
CONSTRUCTION.

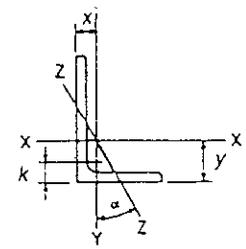
B. FRAGMENTO DEL REGLAMENTO NACIONAL DE  
CONSTRUCCIONES Y EDIFICACIONES.



### ANGLES Equal legs and unequal legs Properties for designing

#### ANEXO A

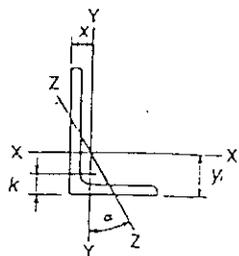
Size and Thickness	k	Weight per Ft	Area	AXIS X-X				AXIS Y-Y				AXIS Z-Z		
				I	S	r	y	I	S	r	x	r	Tan α	
				In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In.	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In.	In.	In.	
L 5x3½x	¼	1¼	19.8	5.81	13.9	4.28	1.55	1.75	5.55	2.22	0.977	0.996	0.748	0.464
	½	1½	16.8	4.92	12.0	3.65	1.56	1.70	4.83	1.90	0.991	0.951	0.751	0.472
	¾	1	13.6	4.00	9.99	2.99	1.58	1.66	4.05	1.56	1.01	0.906	0.755	0.479
	⅞	⅞	12.0	3.53	8.90	2.64	1.59	1.63	3.63	1.39	1.01	0.883	0.758	0.482
	1	¾	10.4	3.05	7.78	2.29	1.60	1.61	3.18	1.21	1.02	0.861	0.762	0.486
	1¼	¾	8.7	2.56	6.60	1.94	1.61	1.59	2.72	1.02	1.03	0.838	0.766	0.489
	1½	¾	7.0	2.06	5.39	1.57	1.62	1.56	2.23	0.830	1.04	0.814	0.770	0.492
L 5x3 x	¾	1	15.7	4.61	11.4	3.55	1.57	1.80	3.06	1.39	0.815	0.796	0.644	0.349
	1	1	12.8	3.75	9.45	2.91	1.59	1.75	2.58	1.15	0.829	0.750	0.648	0.357
	1¼	1¼	11.3	3.31	8.43	2.58	1.60	1.73	2.32	1.02	0.837	0.727	0.651	0.361
	1½	1½	9.8	2.86	7.37	2.24	1.61	1.70	2.04	0.888	0.845	0.704	0.654	0.364
	1¾	1¾	8.2	2.40	6.26	1.89	1.61	1.68	1.75	0.753	0.853	0.681	0.658	0.368
	2	2	6.6	1.94	5.11	1.53	1.62	1.66	1.44	0.614	0.861	0.657	0.663	0.371
L 4x4 x	¾	1¼	18.5	5.44	7.67	2.81	1.19	1.27	7.67	2.81	1.19	1.27	0.778	1.000
	1	1	15.7	4.61	6.66	2.40	1.23	6.66	2.40	1.20	1.23	0.779	1.000	
	1½	1½	12.8	3.75	5.56	1.97	1.22	5.56	1.97	1.22	1.18	0.782	1.000	
	1¾	1¾	11.3	3.31	4.97	1.75	1.23	4.97	1.75	1.23	1.16	0.785	1.000	
	2	2	9.8	2.86	4.36	1.52	1.23	4.36	1.52	1.23	1.14	0.788	1.000	
	2¼	2¼	8.2	2.40	3.71	1.29	1.24	3.71	1.29	1.24	1.12	0.791	1.000	
	2½	2½	6.6	1.94	3.04	1.05	1.25	3.04	1.05	1.25	1.09	0.795	1.000	
L 4x3½x	½	1¼	11.9	3.50	5.32	1.94	1.23	3.79	1.52	1.04	1.00	0.722	0.750	
	¾	1½	10.6	3.09	4.76	1.72	1.24	3.40	1.35	1.05	0.978	0.724	0.753	
	1	1¾	9.1	2.67	4.18	1.49	1.25	2.95	1.17	1.06	0.955	0.727	0.755	
	1¼	2	7.7	2.25	3.56	1.26	1.18	2.55	0.994	1.07	0.932	0.730	0.757	
	1½	2¼	6.2	1.81	2.91	1.03	1.27	2.09	0.808	1.07	0.909	0.734	0.759	



### ANGLES Equal legs and unequal legs Properties for designing

#### ANEXO A

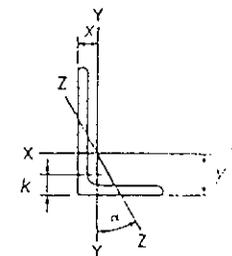
Size and Thickness	k	Weight per Ft	Area	AXIS X-X				AXIS Y-Y				AXIS Z-Z		
				I	S	r	y	I	S	r	x	r	Tan α	
				In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In.	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In.	In.	In.	
L 4 x 3 x	½	1¼	11.1	3.25	5.05	1.89	1.25	1.33	2.42	1.12	0.864	0.827	0.639	0.543
	¾	1½	9.8	2.87	4.52	1.68	1.25	1.30	2.18	0.992	0.871	0.804	0.641	0.547
	1	1¾	8.5	2.48	3.96	1.46	1.26	1.28	1.92	0.866	0.879	0.782	0.644	0.551
	1¼	2	7.2	2.09	3.38	1.23	1.27	1.26	1.65	0.734	0.887	0.759	0.647	0.554
	1½	2¼	5.8	1.69	2.77	1.00	1.28	1.24	1.36	0.599	0.896	0.736	0.651	0.558
L 3½x3½x	½	1¼	11.1	3.25	3.64	1.49	1.06	1.06	3.64	1.49	1.06	1.06	0.683	1.000
	¾	1½	9.8	2.87	3.26	1.32	1.07	1.04	3.26	1.32	1.07	1.04	0.684	1.000
	1	1¾	8.5	2.48	2.87	1.15	1.07	1.01	2.87	1.15	1.07	1.01	0.687	1.000
	1¼	2	7.2	2.09	2.45	0.976	1.08	0.990	2.45	0.976	1.08	0.990	0.690	1.000
	1½	2¼	5.8	1.69	2.01	0.794	1.09	0.968	2.01	0.794	1.09	0.968	0.694	1.000
L 3½x3 x	½	1¼	10.2	3.00	3.45	1.45	1.07	1.13	2.33	1.10	0.861	0.875	0.621	0.714
	¾	1½	9.1	2.65	3.10	1.29	1.08	1.10	2.09	0.975	0.889	0.853	0.622	0.718
	1	1¾	7.9	2.30	2.72	1.13	1.09	1.08	1.85	0.851	0.897	0.830	0.625	0.721
	1¼	2	6.6	1.93	2.33	0.954	1.10	1.06	1.58	0.722	0.905	0.808	0.627	0.724
	1½	2¼	5.4	1.56	1.91	0.776	1.11	1.04	1.30	0.589	0.914	0.785	0.631	0.727
L 3½x2½x	½	1¼	9.4	2.75	3.24	1.41	1.09	1.20	1.36	0.760	0.704	0.705	0.534	0.486
	¾	1½	8.3	2.43	2.91	1.26	1.09	1.18	1.23	0.677	0.711	0.682	0.535	0.491
	1	1¾	7.2	2.11	2.56	1.09	1.10	1.16	1.09	0.592	0.719	0.660	0.537	0.496
	1¼	2	6.1	1.78	2.19	0.927	1.11	1.14	0.939	0.504	0.727	0.637	0.540	0.501
	1½	2¼	4.9	1.44	1.80	0.755	1.12	1.11	0.777	0.412	0.735	0.614	0.544	0.506
L 3 x 3 x	½	1¼	9.4	2.75	2.22	1.07	0.898	0.932	2.22	1.07	0.898	0.932	0.584	1.000
	¾	1½	8.3	2.43	1.99	0.954	0.905	0.910	1.99	0.954	0.905	0.910	0.585	1.000
	1	1¾	7.2	2.11	1.76	0.833	0.913	0.888	1.76	0.833	0.913	0.888	0.587	1.000
	1¼	2	6.1	1.78	1.51	0.707	0.922	0.865	1.51	0.707	0.922	0.865	0.589	1.000
	1½	2¼	4.9	1.44	1.24	0.577	0.930	0.842	1.24	0.577	0.930	0.842	0.592	1.000
	2	2	3.71	1.09	0.962	0.441	0.939	0.820	0.962	0.441	0.939	0.820	0.596	1.000



### ANGLES

Equal legs and unequal legs  
Properties for designing

Size and Thickness	k	Weight per Ft	Area	AXIS X-X				AXIS Y-Y				AXIS Z-Z			
				I	S	r	y	I	S	r	x	r	Tan α		
In.	In.	Lb.	In. <sup>2</sup>	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In.	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In.	In.	In.	In.	In.
L 3 x 2 1/2 x 1/2	3/8	8.5	2.50	2.08	1.04	0.913	1.00	1.30	0.744	0.722	0.750	0.520	0.667		
	1/2	7.6	2.21	1.88	0.928	0.920	0.978	1.18	0.664	0.729	0.728	0.521	0.672		
	5/8	6.6	1.92	1.66	0.810	0.928	0.956	1.04	0.581	0.736	0.706	0.522	0.676		
	3/4	5.6	1.62	1.42	0.688	0.937	0.933	0.898	0.494	0.744	0.683	0.525	0.680		
	7/8	4.5	1.31	1.17	0.561	0.945	0.911	0.743	0.404	0.753	0.661	0.528	0.684		
L 3 x 2 x 1/2	3/8	7.7	2.25	1.92	1.00	0.924	1.08	0.672	0.474	0.546	0.583	0.428	0.414		
	1/2	6.8	2.00	1.73	0.894	0.932	1.06	0.609	0.424	0.553	0.561	0.429	0.421		
	5/8	5.9	1.73	1.53	0.781	0.940	1.04	0.543	0.371	0.559	0.539	0.430	0.428		
	3/4	5.0	1.46	1.32	0.664	0.948	1.02	0.470	0.317	0.567	0.516	0.432	0.435		
	7/8	4.1	1.19	1.09	0.542	0.957	0.993	0.392	0.260	0.574	0.493	0.435	0.440		
L 2 1/2 x 2 1/2 x 1/2	3/8	7.7	2.25	1.23	0.724	0.739	0.806	1.23	0.724	0.739	0.806	0.487	1.000		
	1/2	5.9	1.73	0.984	0.566	0.753	0.762	0.984	0.566	0.753	0.762	0.487	1.000		
	5/8	5.0	1.46	0.849	0.482	0.761	0.740	0.849	0.482	0.761	0.740	0.489	1.000		
	3/4	4.1	1.19	0.703	0.394	0.769	0.717	0.703	0.394	0.769	0.717	0.491	1.000		
	7/8	3.07	0.902	0.547	0.303	0.778	0.694	0.547	0.303	0.778	0.694	0.495	1.000		
L 2 1/2 x 2 x 3/8	3/8	5.3	1.55	0.912	0.547	0.768	0.831	0.514	0.363	0.577	0.581	0.420	0.614		
	1/2	4.5	1.31	0.788	0.466	0.776	0.809	0.446	0.310	0.584	0.559	0.422	0.620		
	5/8	3.62	1.06	0.654	0.381	0.784	0.787	0.372	0.254	0.592	0.537	0.424	0.626		
	3/4	2.75	0.809	0.509	0.293	0.793	0.764	0.291	0.196	0.600	0.514	0.427	0.631		
L 2 x 2 x 3/8	3/8	4.7	1.36	0.479	0.351	0.594	0.636	0.479	0.351	0.594	0.636	0.389	1.000		
	1/2	3.92	1.15	0.416	0.300	0.601	0.614	0.416	0.300	0.601	0.614	0.390	1.000		
	5/8	3.19	0.938	0.348	0.247	0.609	0.592	0.348	0.247	0.609	0.592	0.391	1.000		
	3/4	2.44	0.715	0.272	0.190	0.617	0.569	0.272	0.190	0.617	0.569	0.394	1.000		
	7/8	1.65	0.484	0.190	0.131	0.626	0.546	0.190	0.131	0.626	0.546	0.398	1.000		



### ANGLES

Equal legs and unequal legs  
Properties for designing

Size and Thickness	k	Weight per Ft	Area	AXIS X-X				AXIS Y-Y				AXIS Z-Z		
				I	S	r	y	I	S	r	x	r	Tan α	
In.	In.	Lb.	In. <sup>2</sup>	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In.	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In.	In.	In.	In.
L 1 1/4 x 1 1/4 x 1/4	1/4	2.77	0.813	0.227	0.227	0.529	0.529	0.227	0.227	0.529	0.529	0.341	1.000	
	3/8	2.12	0.621	0.179	0.144	0.537	0.506	0.179	0.144	0.537	0.506	0.343	1.000	
L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	1/4	2.34	0.688	0.139	0.134	0.449	0.466	0.139	0.134	0.449	0.466	0.292	1.000	
	3/8	1.80	0.527	0.110	0.104	0.457	0.444	0.110	0.104	0.457	0.444	0.293	1.000	
L 1 1/2 x 1 1/4 x 1/4	1/4	1.92	0.563	0.077	0.091	0.369	0.403	0.077	0.091	0.369	0.403	0.243	1.000	
	3/8	1.48	0.434	0.061	0.071	0.377	0.381	0.061	0.071	0.377	0.381	0.244	1.000	
L 1 1/4 x 1 1/4 x 3/8	3/8	0.900	0.266	0.032	0.040	0.345	0.327	0.032	0.040	0.345	0.327	0.221	1.000	
L 1 x 1 x 1/4	1/4	0.800	0.234	0.022	0.031	0.304	0.296	0.022	0.031	0.304	0.296	0.196	1.000	

Table C-36  
Allowable Stress  
For Compression Members of 36-ksi Specified Yield Stress Steel<sup>a</sup>

F<sub>y</sub> = 36 ksi

$\frac{Kl}{r}$	F <sub>a</sub> (ksi)								
1	21.56	41	19.11	81	15.24	121	10.14	161	5.76
2	21.52	42	19.03	82	15.13	122	9.99	162	5.69
3	21.48	43	18.95	83	15.02	123	9.85	163	5.62
4	21.44	44	18.86	84	14.90	124	9.70	164	5.55
5	21.39	45	18.78	85	14.79	125	9.55	165	5.49
6	21.35	46	18.70	86	14.67	126	9.41	166	5.42
7	21.30	47	18.61	87	14.56	127	9.26	167	5.35
8	21.25	48	18.53	88	14.44	128	9.11	168	5.29
9	21.21	49	18.44	89	14.32	129	8.97	169	5.23
10	21.16	50	18.35	90	14.20	130	8.84	170	5.17
11	21.10	51	18.26	91	14.09	131	8.70	171	5.11
12	21.05	52	18.17	92	13.97	132	8.57	172	5.05
13	21.00	53	18.08	93	13.84	133	8.44	173	4.99
14	20.95	54	17.99	94	13.72	134	8.32	174	4.93
15	20.89	55	17.90	95	13.60	135	8.19	175	4.88
16	20.83	56	17.81	96	13.48	136	8.07	176	4.82
17	20.78	57	17.71	97	13.35	137	7.96	177	4.77
18	20.72	58	17.62	98	13.23	138	7.84	178	4.71
19	20.66	59	17.53	99	13.10	139	7.73	179	4.66
20	20.60	60	17.43	100	12.98	140	7.62	180	4.61
21	20.54	61	17.33	101	12.85	141	7.51	181	4.56
22	20.48	62	17.24	102	12.72	142	7.41	182	4.51
23	20.41	63	17.14	103	12.59	143	7.30	183	4.46
24	20.35	64	17.04	104	12.47	144	7.20	184	4.41
25	20.28	65	16.94	105	12.33	145	7.10	185	4.36
26	20.22	66	16.84	106	12.20	146	7.01	186	4.32
27	20.15	67	16.74	107	12.07	147	6.91	187	4.27
28	20.08	68	16.64	108	11.94	148	6.82	188	4.23
29	20.01	69	16.53	109	11.81	149	6.73	189	4.18
30	19.94	70	16.43	110	11.67	150	6.64	190	4.14
31	19.87	71	16.33	111	11.54	151	6.55	191	4.09
32	19.80	72	16.22	112	11.40	152	6.46	192	4.05
33	19.73	73	16.12	113	11.26	153	6.38	193	4.01
34	19.65	74	16.01	114	11.13	154	6.30	194	3.97
35	19.58	75	15.90	115	10.99	155	6.22	195	3.93
36	19.50	76	15.79	116	10.85	156	6.14	196	3.89
37	19.42	77	15.69	117	10.71	157	6.06	197	3.85
38	19.35	78	15.58	118	10.57	158	5.98	198	3.81
39	19.27	79	15.47	119	10.43	159	5.91	199	3.77
40	19.19	80	15.36	120	10.28	160	5.83	200	3.73

<sup>a</sup>When element width-to-thickness ratio exceeds noncompact section limits of Sect. B5.1, see Appendix B5.  
Note: C<sub>c</sub> = 126.1

Table C-50  
Allowable Stress  
For Compression Members of 50-ksi Specified Yield Stress Steel<sup>a</sup>

F<sub>y</sub> = 50 ksi

$\frac{Kl}{r}$	F <sub>a</sub> (ksi)								
1	29.94	41	25.69	81	18.81	121	10.20	161	5.76
2	29.87	42	25.55	82	18.61	122	10.03	162	5.69
3	29.80	43	25.40	83	18.41	123	9.87	163	5.62
4	29.73	44	25.26	84	18.20	124	9.71	164	5.55
5	29.66	45	25.11	85	17.99	125	9.56	165	5.49
6	29.58	46	24.96	86	17.79	126	9.41	166	5.42
7	29.50	47	24.81	87	17.58	127	9.26	167	5.35
8	29.42	48	24.66	88	17.37	128	9.11	168	5.29
9	29.34	49	24.51	89	17.15	129	8.97	169	5.23
10	29.26	50	24.35	90	16.94	130	8.84	170	5.17
11	29.17	51	24.19	91	16.72	131	8.70	171	5.11
12	29.08	52	24.04	92	16.50	132	8.57	172	5.05
13	28.99	53	23.88	93	16.29	133	8.44	173	4.99
14	28.90	54	23.72	94	16.06	134	8.32	174	4.93
15	28.80	55	23.55	95	15.84	135	8.19	175	4.88
16	28.71	56	23.39	96	15.62	136	8.07	176	4.82
17	28.61	57	23.22	97	15.39	137	7.96	177	4.77
18	28.51	58	23.06	98	15.17	138	7.84	178	4.71
19	28.40	59	22.89	99	14.94	139	7.73	179	4.66
20	28.30	60	22.72	100	14.71	140	7.62	180	4.61
21	28.19	61	22.55	101	14.47	141	7.51	181	4.56
22	28.08	62	22.37	102	14.24	142	7.41	182	4.51
23	27.97	63	22.20	103	14.00	143	7.30	183	4.46
24	27.86	64	22.02	104	13.77	144	7.20	184	4.41
25	27.75	65	21.85	105	13.53	145	7.10	185	4.36
26	27.63	66	21.67	106	13.29	146	7.01	186	4.32
27	27.52	67	21.49	107	13.04	147	6.91	187	4.27
28	27.40	68	21.31	108	12.80	148	6.82	188	4.23
29	27.28	69	21.12	109	12.57	149	6.73	189	4.18
30	27.15	70	20.94	110	12.34	150	6.64	190	4.14
31	27.03	71	20.75	111	12.12	151	6.55	191	4.09
32	26.90	72	20.56	112	11.90	152	6.46	192	4.05
33	26.77	73	20.38	113	11.69	153	6.38	193	4.01
34	26.64	74	20.10	114	11.49	154	6.30	194	3.97
35	26.51	75	19.99	115	11.29	155	6.22	195	3.93
36	26.38	76	19.80	116	11.10	156	6.14	196	3.89
37	26.25	77	19.61	117	10.91	157	6.06	197	3.85
38	26.11	78	19.41	118	10.72	158	5.98	198	3.81
39	25.97	79	19.21	119	10.55	159	5.91	199	3.77
40	25.83	80	19.01	120	10.37	160	5.83	200	3.73

<sup>a</sup>When element width-to-thickness ratio exceeds noncompact section limits of Sect. B5.1, see Appendix B5.  
Note: C<sub>c</sub> = 107.0

Define los sismos por su magnitud. La magnitud se determina por la energía liberada en el sismo en base a la relación de la máxima amplitud/período. La magnitud corresponde al logaritmo en base 10 de la amplitud medida en micrones.

- 1.3.3 Escalas de Mercalli, Modificada (MM) y Escala Internacional de Intensidades (M.S.K.) Definen los sismos por su intensidad en base a las sensaciones en las personas y en la percepción de las alteraciones en objetos y construcciones.
- 1.3.4 Las escalas adoptadas, así como las definiciones y relaciones correspondientes se incluyen en el Apéndice I.

#### 1.4 ZONIFICACION SISMICA

- 1.4.1 El territorio peruano se considera dividido en 3 zonas, de acuerdo a la sismicidad observada y la potencialidad sísmica de dichas zonas. Estas zonas se indican en el Mapa N° 1 integrante de estas normas.
- 1.4.2 Como complemento a esta zonificación se incluye en el Apéndice "2" el Mapa N° 2 en el que se indica los epicentros.

#### 1.5. MICROZONIFICACION SISMICA Y ESTUDIOS DE SITIO

- 1.5.1 Microzonificación Sísmica
- a. Son estudios de carácter multidisciplinario, que incluyen Sismología, Geología, Mecánica de Suelos, Ingeniería Sísmica, etc., sobre extensiones limitadas del territorio, generalmente a nivel de áreas de ciudades, de asentamientos industriales o similares, que suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales, así como las limitaciones o exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño y construcción de las edificaciones.
- b. Será requisito la realización de los estudios de microzonificación en los siguientes casos:
- Nuevas áreas de Expansión de Ciudades.
  - Complejos industriales o similares.
  - Construcciones de la Categoría A, según 1.13.
- c. Los Estudios de Microzonificación serán aprobados por el "Comité Especializado N° 3", pudiendo éste solicitar informaciones o justificaciones complementarias en caso lo considere necesario.
- d. En el apéndice "1" se da una guía para los estudios de Microzonificación.
- 1.5.2 Estudios de Sitio
- a. Son estudios similares a los de microzonificación aunque no necesariamente en toda su extensión, limitados a una área específica que suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por las condiciones locales, siendo su objetivo principal la obtención o modificación de los espectros de aceleraciones.
- b. La exigencia de realizar estudios de sitio será a criterio del proyectista.
- c. Para aquellos casos en que del Estudio de Sitio se obtenga condiciones por debajo de lo indicado en esta norma y se desee usar esas condiciones, se seguirá el procedimiento indicado en 1.1.5 para su aprobación.

#### 1.6 CLASIFICACION DE LOS SUELOS

- 1.6.1. Se clasifica los suelos en tres grupos por el tipo de suelo de cimentación y por el período predominante  $T_s$  de la estratigrafía.

##### CLASIFICACION TIPO DE SUELO DE PERIODO CIMENTACION (SEGUNDOS)

I	Roca, grava densa, grava arenosa densa.	$T_s = 0.3$
II	Arena densa, suelo cohesivo duro o firme	$T_s = 0.6$
III	Suelos granulares sueltos, suelos cohesivos medianos o blandos	$T_s = 0.9$

1.6.2 En caso de no tenerse información sobre el período predominante, éste podrá ser estimado en base a las características indicadas en la tabla.

1.6.3 En caso de determinar el período del suelo en base a su estratigrafía éste deberá considerarse con una variación de 25% en aumento para su clasificación y determinación del coeficiente sísmico.

#### 1.7 CLASIFICACION DE LOS SISMOS POR EFECTOS EN LAS EDIFICACIONES Y SU INTENSIDAD

SISMOS LEVES	: Con intensidad igual o mayor de VII (M.M.)
SISMOS MODERADOS	: Con intensidad entre VI-VII (M.M.)
SISMOS SEVEROS	: Con intensidad igual o menor de V (M.M.)

#### 1.8 CRITERIOS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

El objetivo del diseño sismo resistente es proyectar edificaciones de modo que se comporten ante sismos según los siguientes criterios:

- 1.8.1 Resistir sismos leves sin daños
- 1.8.2 Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves.
- 1.8.3 Resistir sismos severos con la posibilidad de daños estructurales importantes con una posibilidad remota de ocurrencia del colapso de la edificación.

Se considera que el colapso de una edificación ocurre al fallar y/o desplomarse (caerse) parcial o totalmente su estructura con la posibilidad de ocurrencia de daños personales y/o materiales.

#### 1.9 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO SISMICO

1.9.1 Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las sollicitaciones sísmicas determinadas en la forma prescrita en estas normas.

1.9.2 Se considerará que las fuerzas horizontales del sismo actúan según las dos direcciones principales de la estructura o en las direcciones que resulten más desfavorables. El análisis podrá hacerse independientemente en cada dirección y para el total de la fuerza sísmica en cada caso.

1.9.3 La distribución en planta de las fuerzas horizontales, para el caso de edificaciones que cuenten con diafragmas rígidos a nivel de los pisos, será de acuerdo con las rigideces de los elementos resistentes, debiendo existir compatibilidad entre las deformaciones de esos elementos y la condición de diafragma rígido.

Deberá verificarse que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia suficientes para asegurar la distribución mencionada, en caso contrario, deberá tomarse en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

Para los pisos sin diafragmas rígidos los elementos resistentes serán diseñados para las fuerzas horizontales que directamente les corresponde.

1.9.4 Si los elementos no estructurales pudieran afectar significativamente el comportamiento sísmico de la estructura, deberán ser considerados en el análisis, y detallarse en el proyecto el refuerzo y/o anclaje de éstos de manera concordante con esta condición.

1.9.5 Si se considera que los elementos no estructurales no afectarán significativamente el comportamiento sísmico de la estructura deberá detallarse en el proyecto el refuerzo y/o anclaje de éstos de manera concordante con esta condición.

1.9.6 Cuando un solo elemento de la estructura, muro o pórtico resiste una fuerza de 30% o más del total de la fuerza horizontal en cualquier nivel, dicho elemento deberá diseñarse para el 125% de dicha fuerza.

1.9.7 La fuerza sísmica vertical se considerará que actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis conforme se indica en 1.16.

1.9.8 No es necesario considerar simultáneamente los efectos de sismo y viento.

### 1.10 CONCEPCION ESTRUCTURAL SISMO RESISTENTE

Debe considerarse que el comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:

- a.—Simetría, tanto en la distribución de masas como en las regideces.
- b.—Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- c.—Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- d.—Continuidad en la estructuración, tanto en planta como en elevación.
- e.—Ductilidad como requisito indispensable para un comportamiento satisfactorio.
- f.—Deformación limitada ya que en caso contrario los daños en elementos no estructurales podrán ser desproporcionados.
- g.—Recursos resistentes mediante la inclusión de líneas sucesivas de resistencia asemejando el comportamiento integral de la estructura a un comportamiento inelástico.
- h.—Adecuar la estructuración y construcción a las condiciones locales en base a la información sobre las características del suelo.
- i.—Una buena práctica constructiva y una inspección rigurosa que colaboran notablemente en asegurar el buen comportamiento de una edificación en caso de sismo.

### 1.11 ALTURA DE LAS EDIFICACIONES

1.11.1 Las construcciones de concreto y acero no tendrán limitaciones de altura salvo la exigencia de cumplimiento de las disposiciones pertinentes indicadas en estas normas.

1.11.2 Las construcciones de albañilería tendrán como máximo de altura cinco pisos sin sobrepasar los 16 metros de altura.

1.11.3 Las construcciones de madera tendrán como máximo 2 pisos sin sobrepasar los 7 metros de altura.

1.11.4 En las construcciones con muros de adobe tendrán solamente un piso y no más de 3 m. de altura, excepto cuando formen tímpanos para techos a una o dos aguas, en cuyo caso podrán tener hasta 4 m. en su parte más alta.

### 1.12 CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES

De acuerdo a su uso y especial importancia cuando ocurre un sismo las construcciones se clasifican en:

CATEGORIA A: Edificaciones especiales cuya falla implica además un peligro propio del colapso, representa un peligro adicional importante. Se incluye en esta categoría las estructuras para reactores atómicos, grandes hornos, depósitos inflamables y otros similares.

CATEGORIA B: Edificaciones especialmente importantes cuando ocurre un sismo por prestar servicios vitales que no deben ser interrumpidos o que al fallar causarían pérdidas directas o indirectas excepcionalmente altas comparativamente con el costo requerido para aumentar su seguridad. Dentro de esta categoría están: los hospitales, centrales telefónicas, estaciones de radio, estaciones de bomberos, sub-estaciones eléctricas, silos, tanques de agua, colegios, estadios, auditorios, templos, salas de espectáculos, archivos y registros públicos, museos y, en general locales que alojan gran cantidad de personas o equipos especialmente costosos.

CATEGORIA C: Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de magnitud intermedia, tales como: edificios de departamentos u oficinas, hoteles, casa-habitación, edificios comerciales, restaurantes, almacenes, depósitos y edificios industriales.

CATEGORIA D: Edificios cuyas fallas por sismos implican un costo reducido y normalmente no causan daño por consecuencia de su falla. Se incluye en esta categoría los cercos con alturas no mayores de 1.50 mts., casetas, almacenes provisionales y otros similares.

### 1.13 METODO GENERAL PARA LA DETERMINACION DE LAS FUERZAS SISMICAS HORIZONTALES

1.13.1 La fuerza horizontal o cortante total en la base debido a la acción sísmica se determinará por la fórmula siguiente:

$$H = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R_d}$$

- Z = Factor de zona dado en 1.13.2
- U = Factor de uso e importancia dado en 1.13.3
- S = Factor de suelo dado en 1.13.4
- C = Coeficiente sísmico determinado según 1.13.5
- R<sub>d</sub> = Factor de ductilidad dado en 1.13.6
- P = Peso de la edificación calculado según 1.13.7

1.13.2 Factor de Zona (Z).— Depende de la zona sísmica donde esté ubicada la edificación,

	Zona 1	Zona 2	Zona 3
factor "Z"	1.0	0.7	0.3

1.13.3 Factor de Uso e Importancia (U).— Depende de la categoría de la edificación.

	Categoría B	Categoría C
factor "U"	1.3	1.0

a.—Para las estructuras del tipo A y otras no consideradas en este cuadro, el proyectista a cargo del diseño, presentará un estudio detallado justificando la fuerza sísmica adoptada; sin embargo en cualquier caso ésta no será menor que la obtenida, considerando la estructura como del tipo B.

b.—Las estructuras del tipo D están exoneradas de diseño sísmico; sin embargo en su concepción y construcción se tomará las previsiones nece-

sarias para que éstas tengan resistencia a fuerzas del sismo.

1.13.4 *Factor de Suelo (S)*.—Este factor considera los efectos de amplificación de la acción sísmica que se producen por las características del subsuelo de cimentación, considerando éste de una profundidad de 1/2 de la menor dimensión de la base de la edificación y dependiendo fundamentalmente de su capacidad portante. Los valores de S están referidos al comportamiento de estructuras sobre un estrata duro.

*Factor "S"*

Suelo I	1.0
Suelo II	1.2
Suelo III	1.4

Para condiciones intermedias según el tipo de suelo de cimentación indicado en 1.6 podrá usarse un valor S intermedio a estos valores.

1.13.5 *Coefficiente Sísmico (C)*

a.—Es la fracción del peso de la edificación "p" que debe tomarse para la determinación de la fuerza cortante en la base, el que se calculará mediante el espectro de respuesta de aceleraciones generalizado y expresado mediante fórmula función del período fundamental de la estructura (T) y del período predominante del suelo (Ts).

$$C = \frac{0.8}{\frac{T}{T_s} + 1.0}$$

El valor de C no se tomará menor que 0.16 ni mayor que 0.40.

Ts no se tomará menor que 0.3 Seg. ni mayor que 0.9 segundos.

1.13.6 *Factor de Ductilidad (Rd)*.

a.—Corresponde básicamente a la ductilidad global de la estructura, involucrando además consideraciones sobre amortiguamiento y comportamiento en niveles próximos a la fluencia. Ductilidad es la relación entre las deformaciones correspondientes a la rotura y la correspondiente al límite elástico, del material del elemento o de la estructura.

b.—Para el cálculo de las fuerzas internas en la estructura, el coeficiente sísmico obtenido para cada dirección se dividirá entre el correspondiente factor Rd que se especifica en la tabla siguiente:

*VALORES DEL FACTOR DE DUCTILIDAD "Rd"*

TIPO CARACTERISTICAS DE LA EDIFICACION: Según los materiales usados y el sistema de estructuración para resistir la fuerza sísmica

E1 — Edificios de concreto armado cuyos pórticos dúctiles especiales son capaces de resistir el 100% de la fuerza horizontal, considerándose que actúan independiente de cualquier otro elemento rígido. Rd 6.0

— Edificios de pórticos de acero

E2 — Edificios de concreto armado con pórticos dúctiles especiales y muros de cortes especiales diseñados según los siguientes criterios:

a) Los pórticos y muros de corte resistirán la fuerza horizontal total de

acuerdo a sus rigideces relativas considerando la interacción entre pórticos y muros. 5.0

b) Los pórticos tendrán capacidad para resistir no menos del 25% de la fuerza horizontal, actuando independientemente.

E3 — Edificios similares a los del caso anterior excepto que sus pórticos y/o muros no satisfacen íntegramente los requisitos especiales de ductilidad. 4.0

— Edificios de madera y de acero no incluidos en otros casos.

E4 — Edificios en los que las fuerzas horizontales son resistidas básicamente por muros de corte o estructuras similares 3.0

— Tanques elevados, silos y estructuras tipo péndulo invertido (10% del 50% de la masa en el extremo superior) en general y no soportadas por un edificio(\*).

E5 — Edificios con muros de albañilería confinada o armada. 2.5

E6 — Edificios con muros de albañilería sin confinar, construcciones de adobe y otras no contempladas en esta clasificación. 1.5

(\* ) — La Fuerza horizontal mínima de diseño H, será de 0.12 P, para las zonas 1 y 2 y de 0.08 P, para la zona 3.

— Para tanques deberá de tomarse en cuenta los efectos por oscilación del líquido almacenado.

1.13.7 *Peso de la Edificación (P)*.— El peso P, se calculará adicionando a la carga permanente y total de la Edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

a.—En edificaciones de la categoría A, se tomará el 100% de la carga viva.

b.—En edificaciones de la categoría B, se tomará el 50% de la carga viva.

c.—En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.

d.—En depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar.

e.—En azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.

f.—En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100% de la carga que puede contener.

1.13.8 *Período de Vibración fundamental de la estructura (T)*.

a) El período fundamental de vibración de la estructura se determinará mediante procedimientos teóricos que cumplan con las ecuaciones de la dinámica y que tengan en cuenta las características estructurales y la distribución de masas de la edificación.

b) De no usarse los procedimientos indicados en (a) el período se podrá determinar por las siguientes expresiones que se aplicarán en cada dirección de acuerdo a la estructuración correspondiente.

h = Altura de la edificación respecto al nivel del terreno en metros.

D = Dimensión horizontal en metros de la edificación en la dirección del sismo.

N = Número de pisos de la edificación.

$T = 0.08N$  Para edificaciones cuya estructura está conformada por columnas y vigas (pórticos), exclusivamente.

$T = 0.09H$   
 $\sqrt{D}$  Para edificios cuyos elementos resistentes a la fuerza sísmica están constituidos únicamente por pórticos y los muros de las cajas de ascensores, sin otros elementos que rigidicen la estructura.

$T = 0.07H$   
 $\sqrt{D}$  Para edificios en los que incluya muros de corte sobre las características indicadas en la descripción anterior.

$T = 0.05H$   
 $\sqrt{D}$  Para edificios cuyos elementos resistentes corresponden principalmente a muros de corte.

#### 1.14 DISTRIBUCION "H" EN LA ALTURA DEL EDIFICIO

1.14.1 La fuerza horizontal o cortante "H" en la base calculada según 1.13.1 en cada dirección se distribuirá en la altura de la edificación según la siguiente fórmula:

$$F = f H \frac{P_i \cdot h_i}{\sum P_i h_i}$$

donde  $f = 0.85$  para edificios cuya relación alto/ancho en la dirección considerada exceda de 6.

$f = 1.00$  cuando esta relación no exceda de 3.

Para relaciones alto/ancho entre 3 y 6 se deberá interpolar linealmente.

El resto de la fuerza H se aplicará en el único nivel.

#### 1.15 REDUCCION EN PLANTAS

1.15.1 Si la dimensión reducida en planta no es menor que las 3/4 partes de la dimensión del piso inmediato inferior en la dirección en que se considera el sismo, la fuerza H se calculará y distribuirá en altura tal como se especifica en 1.14.

Igualmente si la base de un edificio con reducciones tiene una altura menor o igual al 30% de la altura total de la edificación, se considerará que la reducción no modificará la distribución de la fuerza H indicada.

1.15.2 Si la dimensión reducida en planta es menor que las 3/4 partes de la dimensión del piso inmediato inferior en la dirección considerada, se tratará la parte reducida como una torre independiente y se determinará la fuerza cortante que corresponde a la base de la misma, según los siguientes criterios:

a) Para el caso en que la reducción sea entre el 50% y 75% se tratará la parte reducida como una torre independiente determinándose la fuerza cortante que corresponde a la base de la misma multiplicada por un factor de amplificación de 1.25.

b) Para el caso en que la reducción sea de más del 50% se tratará la parte reducida como una torre independiente determinándose la fuerza cortante que corresponde a la base de la misma multiplicada por un factor de amplificación de 1.5.

1.15.3 Al edificio considerado como un todo y que posee reducciones comprendidas en 1.15.2 se le aplicará en la base de la parte reducida la fuerza cortante calculada según lo indicado en ese mismo acápite adicionalmente a las fuerzas que se determinan para esta porción inferior según lo indicado en 1.14 y 1.5.

#### 1.16 FUERZAS SISMICAS VERTICALES

1.16.1 El efecto de la fuerza sísmica vertical se considerará en el diseño de los elementos verticales; en los elementos post o pretensados y en los voladizos o salientes de un edificio. Se considerará que el sentido de la fuerza vertical será el más desfavorable en combinación con la fuerza sísmica horizontal y otras fuerzas de diseño.

1.16.2 La fuerza sísmica vertical será de 0.30 P para la zona 1, de 0.20 P para la zona 2, no siendo necesario considerarse para la zona 3.

#### 1.17 OTROS METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA FUERA SISMICA

1.17.1 a. Para edificios de más de 25 pisos o más de 75 mts. de altura o para aquellos casos en que el método general no sea suficientemente exacto se hará un análisis dinámico más riguroso.

##### 1.17.2 Analisis Modal

a. Se considerará para cada modo una aceleración del suelo según la expresión siguiente, en la que "C" se obtendrá según el periodo correspondiente a cada modo:

$$\frac{ZUSC}{R_d}$$

- b. Las estructuras podrán ser diseñadas con los resultados del análisis modal, pero el cortante en la base no podrá ser menor que el 80% del obtenido según el acápite 1.14. En caso contrario, este último valor se tomará como cortante en la base y todos los valores del análisis modal se aumentarán proporcionalmente.
- c. Si se usa el análisis modal, podrán desprejarse aquellos modos naturales de vibración cuyo efecto combinado no modifique los efectos sísmicos en más de 10% debiendo usarse en cualquier caso los tres primeros modos. Podrá también desprejarse el efecto dinámico torsional que resulte de excentricidades calculadas estáticamente no mayores del 5% de la dimensión del piso, medida en la misma dirección de la excentricidad. El efecto de dicha excentricidad y de la excentricidad accidental se considerará como se especifica en el acápite 1.20.
- d. Las respuestas modales  $R_n$  se obtendrán considerando una superposición modal según el promedio entre la suma absoluta y la medida cuadrática de los modos debiendo tomarse como mínimo los 3 modos más significativos.

##### 1.17.3 Analisis paso a paso

Si se emplea el método de análisis paso a paso de respuestas a sismos específicos podrá usarse registros de sismos reales o de movimientos artificiales o combinaciones de éstos siempre que se use no menos de tres movimientos representativos cuyas intensidades y características sean compatibles con los demás criterios que involucra la presente norma, y que se tenga en cuenta las incertidumbres que haya en cuanto a sus parámetros.

Será también aplicable a éste método los mismos requerimientos mínimos indicados en 1.17.2 para el análisis modal.

#### 1.18 MOMENTOS DEL VOLTEO

1.18.1 Toda estructura y su cimentación deberán ser diseñadas para resistir conjuntamente el momento de volteo que produce un sismo. Este momento de volteo se determinará mediante la fórmula:

$$M_v = (F_v \cdot h)$$

1.18.2 No se hará reducción en los 10 pisos superiores de cualquier edificación pudiendo hacerse una reducción del 2% por cada piso, desde el 10° piso a partir del piso más alto, pero no mayor que el 20%.

1.18.3 En el diseño de la cimentación en la cara en contacto con el suelo podrá hacerse una reducción de 10% y a ésta podrá añadirse la obtenida según 1.19.1.

1.18.4 Para estructuras tipo péndulo invertido no se permite reducción del momento de volteo.

1.18.5 El factor de seguridad al volteo no será menor que 1.5.

### 1.19 EFECTOS DE TORSION

1.19.1 Se considera en cada nivel que la fuerza sísmica  $F_i$  actúa horizontalmente en el centro de gravedad del nivel respectivo.

1.19.2 Se considerará únicamente los incrementos de la fuerza horizontal por este concepto, no así las disminuciones.

Toda edificación deberá estructurarse de manera que en cada uno de sus niveles la fuerza que actúa sobre cualquier elemento para resistir el momento de torsión según 1.19.3 no podrá exceder la fuerza que actúa sobre el mismo como resultado de la distribución de la fuerza cortante  $H_i$  según 1.9.3.

1.9.3 El momento de torsión en cada nivel, considerando la no coincidencia entre el centro de masas y el centro de rigideces y una torsión accidental, se determinará según las siguientes fórmulas:

$$M_{ti} = H_i (1.5e + 0.05 bx)$$

$$M_{ti} = H_i (e - 0.05 bx)$$

1.19.4 El análisis por torsión deberá realizarse para todo tipo de edificaciones salvo las que no requieran de análisis sísmico.

### 1.20 DESPLAZAMIENTO LATERAL

1.20.1 Para determinar los máximos desplazamientos laterales durante un sismo se multiplicará por 0.75  $R_d$  los desplazamientos calculados elásticamente con las fuerzas deducidas según 1.13.1.

1.20.2 El máximo desplazamiento relativo de entre pisos  $S_r$ , calculado según 1.20 será de 0.01 la altura del piso considerada cuando existan elementos susceptibles de dañarse por la deformación relativa. Para otros casos  $S_r$  será de 0.015.

### 1.21 JUNTAS DE SEPARACION SISMICA

1.12.1 La dimensión "S" de la junta de separación entre dos bloques de un edificio en cada nivel no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques calculados ni menor que:

$$S = 3 + 0.4 (h - 5) \text{ ni menor que } 3 \text{ cms.}$$

1.21.2 El edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que 2/3 del desplazamiento máximo calculado según 1.20 ni menores que  $S/2$  calculado según 1.21.1.

1.21.3 La junta se extenderá en toda la altura de la edificación pudiendo ser omitida en la cimentación o en sótanos.

La junta deberá mantenerse libre de madera que permita el libre movimiento de la edificación.

### 1.22 SEGURIDAD DURANTE LA CONSTRUCCION

Durante el proceso constructivo las edificaciones deberán tener seguridad ante los sismos cumpliendo con los criterios y demás requisitos establecidos en esta norma.

### 1.23 JUSTIFICACION DE ANALISIS: MEMORIAS DE CALCULO

1.23.1 Será requisito presentar las memorias de análisis sísmico para los siguientes casos:

- Para toda edificación del Tipo A o B.
- Para edificaciones del Tipo C de más de 15 pisos o más de 45 mts. de altura
- Para edificaciones de albañilería de más de 3 pisos o más de 10 mts. de altura.

### 1.24 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DE UN EDIFICIO Y OTRAS ESTRUCTURAS

1.24.1 Los elementos no estructurales de un edificio y otras estructuras así como sus anclajes, se diseñarán para resistir una fuerza sísmica dada por la siguiente fórmula:

$$M = U \cdot C_1 \cdot P \text{ (U y P según definido en 1.13)}$$

1.24.2 Los valores de  $C_1$  se tomarán de la siguiente Tabla:

Elementos no Estructurales y otras estructuras	Dirección de la Fuerza	$C_1$
—Elementos que al fallar pueden precipitarse fuera de la edificación (parapetos de coronación, parapetos de balcones ubicados en voladizos, ornamentos exteriores u otros similares). —Elementos cuya falla entraña peligro para personas u otras estructuras (ornamentos interiores y otros similares).	Perpendicular al plano del elemento	1.0
—Muros dentro de una edificación.	Perpendicular al plano del elemento	0.35
—Cercos	Perpendicular al plano del elemento	0.25
—Torres, tanques y chimeneas, cuando están conectados a una parte del edificio (*).	Cualquiera	0.35
—Pisos y techos que actúan como diafragmas.	En el plano del elemento	0.20

(\*) Cuando  $h/D$  del edificio es igual o mayor que 5, aumentará el valor de  $C_1$  en 30%.

Para el caso de tanques, se considerará incluido en P el contenido para determinar las fuerzas horizontales.

### 1.25 CIMENTACIONES

1.25.1 El diseño de las cimentaciones deberá hacerse de manera compatible con la distribución de fuerzas obtenidas del análisis de la estructura y todas las otras consideraciones del diseño de ésta.

1.25.2 Deberá igualmente haber concordancia entre lo considerado para los giros de las zapatas o deformaciones de las conexiones de los diferentes elementos, y las rigideces consideradas para la distribución de las fuerzas horizontales en la estructura.

1.25.3 En todo estudio de suelos deberá considerarse los efectos de los sismos para la determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación.

Especial atención deberá darse en esta condición a la posibilidad de licuefacción o densificación para el caso de suelos granulares.

1.25.4 Para zapatas aisladas con o sin pilotes en suelos tipo III y para las zonas 1 y 2 se proveerá elementos de conexión, los que tendrán como mínimo un refuerzo en tracción equivalente al 10% de la carga vertical que soporta la zapata.

1.25.5 Para el caso de pilotes deberá proveerse de vigas de conexión o deberá tenerse en cuenta los giros y deformaciones por efecto de la fuerza horizontal diseñando pilotes y zapatas para estas solicitaciones. Se considerará que los pilotes tendrán una armadura en tracción equivalente o por lo menos el 15% de la carga vertical que soportan.

## 1.26 REPARACION Y REFUERZO

1.26.1 Si los daños que afectan a la estructura de un edificio después de un sismo son leves, o moderados; deberá procederse a reparar y reforzar los elementos dañados, de modo de restituir por lo menos su resistencia original.

1.26.2 Si los daños son severos y ponen en peligro la estabilidad de la estructura, deberá reforzarse ésta para lo que será necesario de un análisis considerando los criterios sismo-resistentes establecidos en el acápite 1.8 y otros requisitos de esta norma.

1.26.3 Para reparar será necesario la elaboración de un proyecto que incluya e indique los detalles, procedimientos y sistemas constructivos a seguirse para integrar los refuerzos necesarios a la estructura existente, de manera de asegurar el comportamiento integral de éstos con ella.

1.26.4 Todo proyecto de reparación deberá obtener la aprobación de la oficina de licencias correspondiente como si se tratara de un nuevo proyecto. Será requisito en estos casos presentar una memoria en la cual se indique claramente los alcances y objetivos de la reparación y/o refuerzo y la inscripción y conclusiones de los estudios realizados.

## 1.27 INSTRUMENTACION

1.27.1 En todo edificio de más de 25 pisos será obligatorio adquirir por cuenta del propietario dos acelerógrafos para movimientos fuertes; éstos serán ubicados, uno en el nivel más bajo del edificio y otro a 2/3 de la altura del edificio, salvo otra indicación del Proyectista.

1.27.2 Será requisito para la conformidad de obra tener instalada la instrumentación mencionada en 1.27.1.

1.27.3 Para edificios de las categorías A y B en los casos en que se tenga un área techada superior a los 10.000 m<sup>2</sup>, será requisito cumplir con lo estipulado en 1.27.1 y 1.27.2.

1.27.4 El mantenimiento y servicio para los instrumentos deberá ser provisto y asegurado por el propietario del edificio sujeto a la aprobación y control de una entidad oficial (Instituto Geofísico del Perú).

1.27.5 Para toda edificación sobre 15.000 m<sup>2</sup> y de menos de 25 pisos se deberá instalar un acelerógrafo en ubicación indicada por el Proyectista.

## CAPITULO V

### SEGURIDAD CONTRA VIENTOS EXTERNOS Y TEMPORALES

## CAPITULO VI

### Definiciones

#### CONCORDANCIA:

*Resolución Ministerial N° 743-77-VC de 14.11.77 aprueba la incorporación de la norma "Cargas" que reemplaza el Capítulo V y Capítulo VI, su texto es el siguiente:*

#### RESOLUCION MINISTERIAL N° 743-77/VC-3500

Limá, 14 de Noviembre de 1977

#### CONSIDERANDO:

Que por Decreto Supremo N° 047-75-VI, de 9 de setiembre de 1975 la Oficina de Investigación y Normalización del Ministerio de Vivienda y Construcción asumió las funciones que el Artículo P-VI-I del Reglamento Nacional de Construcciones encomendara a la Comisión Permanente;

Que en cumplimiento de tales funciones la Oficina de Investigaciones y Normalización estableció la Comisión de Acción Normativa de Edificación y Comités Especializados encargados de los estudios requeridos para proponer las ampliaciones y modificaciones del Reglamento Nacional de Construcciones;

Que por Resolución Ministerial N° 476-76/VC-1200, del 5 de noviembre de 1976, se constituyó una Comisión Especial encargada de los estudios finales de los proyectos de modificación del Reglamento Nacional de Construcciones propuestos por la Oficina de Investigación y Normalización del Ministerio de Vivienda y Construcción presidida por el Director General de dicha oficina;

Que el Comité Especializado 3: "Estructuras y Construcción" ha elaborado la Norma "Cargas" con la participación de especialistas de diferentes sectores de la actividad nacional;

Con la opinión favorable de la Comisión Especial; y

Estando a lo dispuesto por el Artículo 10° del Decreto Ley N° 21798 del 15 de febrero de 1977;

#### SE RESUELVE:

1°—Aprobar la incorporación al Reglamento Nacional de Construcciones de la Norma "Cargas".

2°—La Norma "Cargas" reemplazará íntegramente al Capítulo V: Seguridad contra vientos externos y temporales, y al Capítulo VI: Definiciones del Título V: Requisitos de Seguridad y Prevención de Siniestros.

Igualmente reemplazará íntegramente al Capítulo I: Normas Generales, Capítulo II: Cargas Muertas, Capítulo III: Cargas Vivas, Capítulo V: Presiones de Viento y Capítulo VI: Otras cargas, del Título VIII: Estructuras.

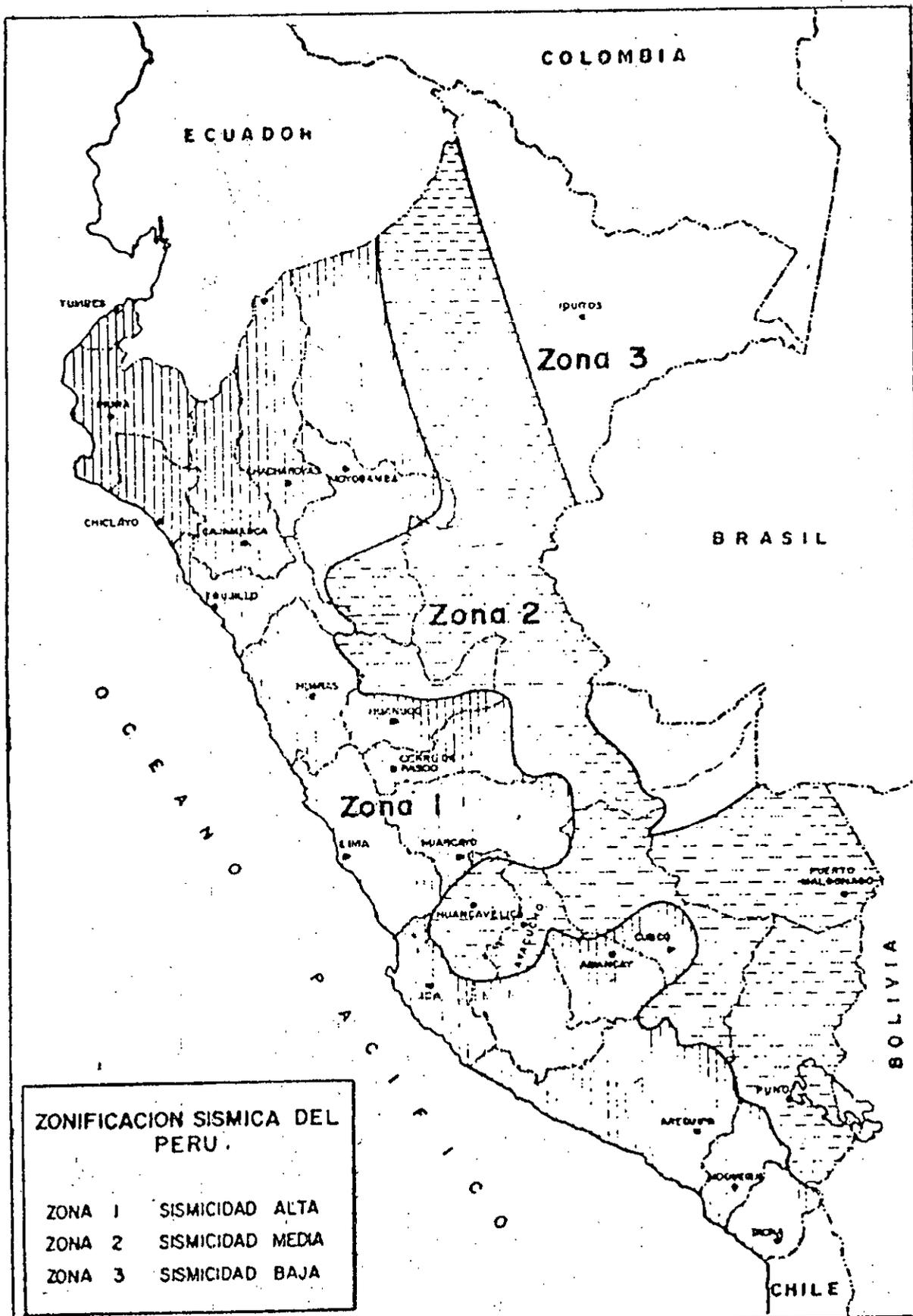
Regístrese y comuníquese.

Contralmirante AP. GERONIMO CAFFERATA MARAZZI, Ministro de Vivienda y Construcción.

#### REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES ELABORACION DE NORMAS:

COMITE ESPECIALIZADO 3  
"Estructuras y Construcción"

SUB-COMITE 02 — CE3:  
CARGAS



La presente norma: CARGAS, reemplaza a las siguientes partes del Reglamento Nacional de Construcciones vigente:

Título V:	Requisitos de Seguridad y Previsión de Siniestros	
Capítulo V:	Seguridad contra vientos Extremos y Temporales	TODO
Capítulo VI:	Definiciones	TODO
Título VIII	Estructuras	TODO
Capítulo I:	Normas Generales	TODO
Capítulo II:	Cargas Muertas	TODO
Capítulo III:	Cargas Vivas	TODO
Capítulo V:	Presiones de Viento	TODO
Capítulo VI:	Otras Cargas	TODO

## C A R G A S

### 0.0 GENERAL

0.1 Alcance. Los edificios y todas sus partes deberán ser capaces de resistir todas las cargas que se les imponga, éstas actuarán en las combinaciones prescritas y no causarán esfuerzos que excedan los admisibles señalados para cada material estructural en su norma de diseño específica. En ningún caso las cargas asumidas serán menores a los valores mínimos establecidos en este documento.

0.2 Normas: Se incorporarán a este capítulo las disposiciones pertinentes de las Normas de Diseño Sismo-Resistente.

#### 0.3 Definiciones.

Carga Muerta. Es el peso de los materiales, equipo, construcciones y otros elementos soportados por el edificio, incluyendo su peso propio, que se propone sean permanentes. (Ver 1.0).

Carga Viva. Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, construcciones y otros elementos soportados por el edificio, que probable o seguramente se moverán o reubicarán durante la vida del edificio. (Ver 2.0).

I N D I C E		Página
0.0	General	1
0.1	Alcance	
0.2	Normas	
0.3	Definiciones	
1.0	Carga Muerta	3
1.1	Materiales de Construcción	
1.2	Dispositivos de Servicio	6
1.3	Carga de Tabiques	
2.0	Carga Viva	7
2.1	Generalidades	
2.2	Carga Viva del Piso	
2.3	Carga Viva para Aceras, Pistas y Barandas	
2.4	Columnas en Zonas de Estacionamiento	10
2.5	Zonas de Escenario de Cinemas, Teatros o Elementos Escénicos	
2.6	Carga del Techo	
2.7	Cargas Móviles	11
2.8	Condiciones de Carga Parcial	12
3.0	Reducción de Carga Viva	13
3.1	Cargas de Techo	
3.2	Cargas Vivas de Piso	
3.3	Zonas Contribuyentes de Piso	14
3.4	Cimientos y Soportes de Columna	
4.0	Cargas Debidas al Viento	14
4.1	Generalidades	
4.2	Presiones de Diseño Debidas al Viento en Estructuras	
4.3	Elementos de Cierre	15
4.4	Elementos de Techo	
4.5	Otros Elementos	
4.6	Cornisas	16
4.7	Otras Estructuras	
5.0	Otras Cargas	16
5.1	Presiones de Tierra	
5.2	Silos y Tolvas	
5.3	Fuerzas de Pretensado	
5.4	Cargas de Construcción	
5.5	Presiones de Fluidos	17
5.6	Hielo	
5.7	Fuerzas Térmicas	
5.8	Contracción	
6.0	Distribución de Cargas	17
6.1	Distribución de Cargas Verticales	
6.2	Distribución de Cargas Horizontales	
7.0	Estabilidad	18
7.1	Volteo	
7.2	Deslizamiento	
8.0	Rigidez	18
8.1	Método de Cálculo	
8.2	Desplazamientos Laterales	
8.3	Flechas	
8.4	Acumulación de Agua	19

### 1.0 CARGA MUERTA

1.1 Materiales de Construcción: Con la excepción de lo dispuesto en la sección 1.3, la carga muerta será el peso real de los materiales de construcción que deberá soportar el edificio, computado a base de los pesos unitarios que aparecen en la Tabla 1.1. Cuando no se establezca los pesos unitarios en la Tabla 1.1, los pesos reales se podrán determinar por medio de análisis o usando los datos indicados en los diseños o catálogos de los fabricantes.

Se podrá usar pesos unitarios menores a los que aparecen en la Tabla 1.1 cuando se justifique debidamente.

TABLA 1.1 PESOS UNITARIOS

#### MATERIALES DE CONSTRUCCION

	Peso para el cálculo Kg/m <sup>3</sup> .
<i>Metales</i>	
Acero de construcción	7850
Hierro dulce	7800
Fundición	7250
Aluminio	2750
Plomo	11400
Cobre laminado	8900
Bronce	8500
Zinc colado o laminado	6900
Estaño laminado	7400
Latón	8500
Mercurio	13600
Níquel	9000
<i>Sustancias almacenadas</i>	
Cemento (a granel)	1450
Hulla, carbón de piedra a granel	1550
Coke metalúrgico	1200
Briquetas de carbón de piedra	1750
Lignito	1250
Turba	600
Hielo	920
Basuras domésticas	660
Trigo, Frijoles, Pallares, Arroz	750

Papas	700
Frutas	650
Harinas	700
Azúcar	750
Sal	1000
Pastos secos	400
Papel	1000
Leña cortada	600

*Materiales amontonados*

Tierra	1600
Gravas y arena secas	1600
Coke	520

*Peso para el Cálculo Kg/m<sup>3</sup>*

Escorias de carbón	1000
Escorias de altos hornos partidas	1500
Arena de piedra pómez	700

*Líquidos*

Agua	1000
Agua de Mar	1030
Alcohol (100%)	800
Aceites	930
Acido Muriático (40%)	1200
Acido Nítrico (90%)	1500
Acido Sulfúrico (87%)	1800
Soda Cáustica (66%)	1700
Petróleo	870
Gasolina	670

*Mamposterías*

De piedra caliza	2400
De granito	2600
Mármol	2700
Caliza compacta	2600
Pómez caliza ligera	1200

*Albañilería de:*

Adobe	1600
Unidades de albañilería sólidas	1800
Unidades de albañilería huecas	1350

*Enlucido o Revoque de mortero de:*

Cemento	2000
Cal y cemento	1700
Cal	1700
Yeso	1000

*Concreto de:*

Grava o cascajo	2200
Grava o cascajo armado	2400
Cascote de ladrillo	1800
Gravilla de pómez y arena	1600
Escorias de altos hornos	2200

*Maderas*

Coníferas Secas	450
Húmedas	650
Duras Seca	700
Húmeda	1000

*Otros:*

Vidrios	2500
Asfalto prensado	2100
Asfalto colado	2400
Locetas	2400

*Muros*

De unidades de albañilería sólidas, por cm. de espesor total, incluyendo el acabado	19
De unidades de albañilería huecas, por cm. de espesor total, incluyendo el acabado	14

*Coberturas y Falsos Cielos*

Teja artesanal	160
Teja plana industrial	70
Teja curva industrial	80
Vitrales, comprende vidrio de 5 mm. de espesor	25
Vidrio con malla incorporada (espesor 6 mm.)	35

*Peso para el Cálculo Kg/m<sup>2</sup>*

*Cartón bituminado:*

a. en 3 capas, sin gravilla	13
b. en 3 capas, con grava aglutinada sin gravillón	35
Ladrillo pastelero asentado en barro	100
Cielo rasos pegados o suspendidos	20
Planchas onduladas de asbesto-cemento por mm. de espesor	2.5
Planchas planas de asbesto-cemento por mm. de espesor	2

*Aislamientos (Por cm. de espesor)*

Fibra de vidrio	3
Corcho	2
Poliuretano	2

*Pisos y Techos*

Aligerados de concreto armado con viguetas de 10 cm. de ancho a 40 cm. entre ejes.

<i>Espesor en m.</i>	<i>Espesor de la losa superior en m.</i>	<i>Peso Propio Kg/m<sup>2</sup></i>
0.17	0.05	280
0.20	0.05	300
0.25	0.05	350
0.30	0.05	420
0.35	0.05	475
0.40	0.10	600

Losas de concreto armado, por cm. de espesor	24
Acabados de pisos incluyendo contrapiso por cm de espesor	20

1.2 Dispositivos de Servicio. Se tendrá en cuenta el peso de todos los dispositivos de servicio del edificio, inclusive las montantes de desagüe, las tuberías, los equipos de calefacción y aire acondicionado, las instalaciones eléctricas, los ascensores, la maquinaria para los ascensores, los ductos de chimenea y otros dispositivos fijos similares. El peso de todo este material se incluirá en la carga muerta. El peso de equipo con el que se ocupe o amueble una zona dada, será considerado como carga viva. Véanse también las secciones 2.2 (b) - (2) y 2.2 (d).

1.3 Cargas de Tabiques. Se considerará el peso de todos los tabiques, usando los pesos reales.

en las ubicaciones que indican los planos. Cuando no se conozca la distribución de tabiques, obligatoriamente se usarán las cargas repartidas equivalentes que figuran en el inciso (b) de este párrafo, teniendo en cuenta las salvedades indicadas en él.

1.3 (a) Cargas reales. Cuando se usen los pesos reales de los tabiques, se puede omitir la carga viva repartida de diseño que corresponde a la franja del piso debajo del tabique.

1.3 (b) Carga repartida equivalente. Las cargas repartidas equivalentes para los tabiques, que figuran en la Tabla 1.3 (b), pueden utilizarse en lugar de los pesos reales de los mismos, salvo en el caso de tabiques portantes, en las zonas de baños, cocinas y closets, en escaleras y ascensores o espacios similares donde se concentren tabiques divisorios. En tales casos, se usará en el diseño los pesos reales de los tabiques.

En las zonas donde los planos no indiquen de manera definitiva los tabiques, o en aquellas en las cuales los tabiques serán movidos o cambiados de lugar, se usarán cargas repartidas equivalentes.

Tabla 1.3 (b) Carga Repartida Equivalente a la de Tabiquería

Peso del Tabique (Kg/m.)	Carga Equivalente (Kg/m <sup>2</sup> ) a ser añadida a las cargas muertas
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 224	90
225 a 500	180
Más de 500	180 más una carga viva concentrada igual al exceso de peso sobre 500 Kg/m <sup>2</sup> .

## 2.0 CARGA VIVA

2.1 Generalidades. Además de las cargas muertas, cargas sísmicas, cargas debidas al viento y otras que se apliquen, se diseñará el edificio tomando en cuenta cargas vivas repartidas, cargas vivas concentradas, o combinaciones simultáneas de cargas vivas repartidas y concentradas, según las que produzcan con mayor esfuerzo.

### 2.2 Carga Viva del Piso.

2.2(a) Carga viva repartida. Se usarán los valores mínimos de diseño que se establecen en la Tabla 2.2 (a) para diferentes tipos de ocupación o uso, sujetándolos a las disposiciones del inciso 2.2 (d). Cuando la ocupación o el uso de un espacio no esté conforme con ninguno de los que figuran en la lista, el proyectista determinará la carga de diseño justificándola ante las autoridades competentes.

Tabla 2.2 Cargas Vivas Repartidas

Ocupación o Uso	Carga Repartida en Kg/m <sup>2</sup>
Almacenaje Ver 2.2 (d)	
Ligero	500
Pesado	750
Baños	
Bibliotecas Ver 2.2 (d)	
Salas de lectura	300
Salas de Almacenaje	750

Colegios	
Aulas	200
Talleres	350
Lugares de Asamblea (de acuerdo a lugares de Asamblea) Gimnasios, etc.	500
Corredores	
En colegios, auditorios y lugares de asamblea	500
Otros (igual a la carga principal del resto del área)	
Escaleras	
Viviendas y edificios residenciales	200
Otros	500
Garajes	
Para parqueo exclusivo de automóviles (altura de entrada menor de 2.40 m.)	250
Para otros vehículos. Ver 2.7 (c)	
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y áreas de servicio	300
Cuartos	200
Hoteles	
Cuartos	200
Salas públicas (de acuerdo a Lugares de Asamblea)	500
Almacenaje y servicios	
Industria Ver 2.2 (d)	
Instituciones Penales	
Zona de habitación	200
Zonas públicas (de acuerdo a lugares de Asamblea)	
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	300
Con asientos móviles	500
Salones de baile, restaurantes museos, gimnasios	500
Graderías y tribunas	500
Oficinas	
Exceptuando salas de archivo y computación	250
Salas de archivo y computación	500
Teatros	
Vestidores	200
Cuarto de Proyección	500
Escenario	250
Zonas Públicas (de acuerdo a Lugares de Asamblea)	250
Ventas	
Pisos bajos en minoristas	500
Pisos altos en minoristas	350
Mayoristas	500
Viviendas	200

### 2.2 (b) Carga viva concentrada

(1) Cuando existe una carga viva concentrada, se colocará la carga viva repartida establecida en la Tabla 2.2 (a) de tal forma que produzca los esfuerzos máximos.

(2) Los pisos que soporten cualquier tipo de maquinaria, de tipo eléctrico o mecánico, u otras cargas vivas concentradas en exceso de 500 Kg. (incluido el peso de los apoyos o bases), serán diseñados para poder soportar tal peso como una carga concentrada o como grupo de cargas concentradas.

### 2.2 (c) No simultaneidad

(1) Cuando existe una carga viva concentrada, se puede considerar que se omite la carga viva repartida en la zona ocupada por la carga concentrada.

(2) Cuando el uso de la edificación se establece que la carga viva concentrada no es simultánea con la carga viva repartida, se puede suponer que la carga concentrada se omitirá cuando haya carga repartida y que el total de la carga repartida se omitirá cuando haya carga concentrada.

### 2.2(d) Conformidad

Para determinar si la magnitud de la carga viva real es conforme con la carga viva mínima de diseño establecido en esta sección, se hará una aproximación de la carga viva repartida real, promediando la carga total que en efecto se aplica sobre un área rectangular de 15 metros cuadrados que no tenga ningún lado menor a 2.50 metros.

### 2.3 Carga Viva para Aceras, Pistas y Barandas

#### 2.3(a) Aceras y Pistas

(1) Todas las aceras y pistas o porciones de las mismas que estén soportadas por una estructura se diseñarán para una carga viva repartida de 500 Kg./m<sup>2</sup>.

Cuando estén sujetas a la carga de rueda de camiones, intencional o accidental, se diseñarán tales tramos de aceras o pistas para la carga vehicular máxima que se pueda imponer. Ver 2.7 (c).

(2) Los accesorios de aceras y pistas, incluidos los registros de inspección, las tapas de registro, las tapas de bóveda, las rejillas, etc., serán diseñadas para las cargas prescritas en el inciso anterior.

#### 2.3(b) Barandas y parapetos

(1) Las barandas y parapetos se diseñarán para las fuerzas indicadas en las Normas de Diseño Sismo-Resistente o las cargas de viento cuando sean aplicables a las que se indican a continuación, empleándose las que ocasionen mayores esfuerzos.

(2) Las barandas y los parapetos alrededor de los pozos para escaleras, balcones y techos en general, así como otras barandas en ubicaciones similares, con exclusión de las ubicadas en locales o lugares de asamblea, serán diseñadas para resistir la aplicación simultánea de una fuerza horizontal y una vertical de 60 Kg./m., ambas aplicadas en la parte superior de la baranda. Para las barandas y los parapetos delante de los balcones de un teatro o lugares semejantes de asamblea, la fuerza horizontal se aumentará a 75 Kg./m. y la carga vertical a 150 Kg./m. Se exceptúan las barandas en viviendas unifamiliares, las que se diseñarán para una fuerza horizontal y una vertical de 30 Kg./m., ambas aplicadas en la parte superior de la baranda. La fuerza horizontal total y la fuerza vertical total serán de por lo menos 100 Kg. cada una.

(3) Las barandas intermedias e inferiores, si existen, se diseñarán para la aplicación simultánea de 60 Kg./m. horizontales y 75 Kg./m. verticales; sin embargo, las cargas de diseño horizontal y vertical en las barandas intermedias e inferiores no tienen que ser consideradas en el diseño de parantes, postes y anclajes. Para las barandas que tengan paneles sólidos, éstos se diseñarán para una carga horizontal uniforme de 100 Kg./m<sup>2</sup>.

(4) Cuando las barandas o parapetos soporten instalaciones eléctricas, se tomarán en cuenta las cargas adicionales que éstas impongan.

(5) Las barandas, topes o dispositivos similares que se usen en zonas de estacionamiento para resistir el impacto de los vehículos en movimiento, serán diseñados para soportar una carga horizontal de 500 Kg./m. aplicada por lo menos a 60 cm. más arriba de la pista; pero en ningún caso será la carga inferior a 1,500 Kg. por vehículo.

### 2.4 Columnas en Zonas de Estacionamiento

A no ser que se les proteja de manera especial, las columnas en las zonas de estacionamiento o que estén expuestas al impacto de vehículos en movimiento, serán diseñadas para resistir la carga lateral debida al impacto de vehículos.

Para los vehículos de pasajeros, esta carga lateral se tomará como un mínimo de 1,500 Kg. apli-

cadado por lo menos 60 cm. encima de la pista, actuando simultáneamente con otras cargas de diseño.

### 2.5 Zonas de Escenario de Cinemas, Teatros o Elementos Escénicos

(1) Las viguetas del escenario y los sistemas de suspensión de poleas se diseñarán para una carga vertical u horizontal de 50 Kg./m. Las vigas maestras se diseñarán para soportar cargas verticales y horizontales que correspondan a un espaciamiento de 10 cm. entre viguetas en toda la profundidad de la parrilla.

La dirección y la magnitud de las fuerzas totales se determinarán de la forma del sistema de poleas añadiéndose las concentraciones causadas por el sistema de iluminación. Las fijaciones terminales de la parrilla se diseñarán además para una carga vertical hacia arriba de 700 Kg./m. El factor del impacto será 75 por ciento para el diseño de viguetas y 25 por ciento para la parrilla y las vigas maestras.

(2) En la zona del escenario se expondrá un plano a escala no menor de 1/50, en el que se indiquen la estructura de la parrilla para poleas y las cargas de diseño para todos los elementos que se usen para soportar el escenario o las poleas.

(3) La parrilla sobre el escenario se diseñará para que soporte una carga viva repartida de 250 Kg./m<sup>2</sup>, además de las cargas antes indicadas.

### 2.6 Carga del techo

Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas debidas al sismo o viento, las cargas vivas y otras prescritas en los incisos (a) a (c) a continuación. Se puede suponer que la carga máxima debida al sismo o viento ocurre con 25% de la carga viva y que la carga viva máxima ocurre con una carga cero debida al sismo o viento. En el caso de viviendas unifamiliares, se exceptúan toldos, doseles y techos de patios, los que pueden diseñarse para una carga viva de 100 Kg./m<sup>2</sup> de proyección horizontal.

#### 2.6(a) Carga Viva

Las cargas vivas de diseño mínimo serán las siguientes:

(1) Para los techos de concreto armado con una inclinación hasta de 6° con relación a la horizontal, 150 Kg./m<sup>2</sup>, de proyección horizontal.

(2) Para techos de concreto armado con pendientes mayores a 6°, 150 Kg./m<sup>2</sup>, de proyección horizontal, reducida en 5 Kg./m<sup>2</sup>, por cada grado de pendiente por encima de 6°, hasta un mínimo de 50 Kg./m<sup>2</sup>.

(3) Para techos con coberturas livianas, cualquiera sea su pendiente, 30 Kg./m<sup>2</sup>, excepto cuando pueda haber acumulación de nieve en cuyo caso la carga será establecida por el proyectista, justificándola ante las autoridades competentes.

(4) Para los techos que tengan forma curva o piramidal, el proyectista establecerá la carga viva de diseño, la cual no será menor de 50 Kg./m<sup>2</sup>.

#### 2.6(b) Cargas concentradas

Se aplicarán las disposiciones de la sección 2.2 (b).

#### 2.6(c) Cargas especiales

(1) Cuando se trate de malecones o áreas de asamblea, se aplicará la carga viva correspondiente al uso en particular, según se indica en la Tabla 2.2 (a).

Se considerará que tales cargas no son simultáneas con la carga debida al viento o a la carga viva que se especifica en la sección 2.6 (a) Las cargas vivas y de viento para techos, especificados

en este capítulo de Cargas deberán permitir el uso incidental del techo del edificio por sus ocupantes.

(2) Las viguetas, vigas o tijerales sobre zonas de garaje que se utilicen para la reparación de vehículos sobre pisos para producción o almacenamiento con fines comerciales, deberán poder soportar, además de las cargas vivas y de viento especificadas, una carga viva concentrada de 1,000 Kg. aplicada en cualquier punto.

(3) Cuando los techos tengan jardines, la carga viva uniforme de diseño de las porciones con jardín será de 150 Kg./m<sup>2</sup>. El peso de los materiales del jardín será considerado como carga muerta y se hará este cómputo sobre la base de saturación de la tierra.

Las zonas adyacentes a las porciones con jardín serán consideradas como áreas de asamblea, a no ser que haya disposiciones específicas permanentes que impidan su uso.

(4) Cuando se coloque algún aviso o equipo en los techos, el diseño tomará en cuenta el peso de tal aviso o equipo.

### 2.7 Cargas Móviles

Cuando aplique el uso o la ocupación del edificio, el diseño tomará en cuenta las cargas móviles descritas a continuación.

#### 2.7 (a) Generalidades

Se considerará que las cargas establecidas en las secciones 2.2 (a) y 2.2 (b) incluyen un margen para las condiciones ordinarias de impacto.

#### 2.7 (b) Automóviles

Las zonas que se usen para el tránsito o estacionamiento de automóviles y que estén restringidas a este uso por limitaciones físicas. Ver Tabla 2.2 (a), se diseñarán para la carga repartida pertinente a las zonas de estacionamiento de tales vehículos, como se determina en la Tabla 2.2 (a), aplicada sin impacto. Se exceptúan elementos o construcciones que, debido a limitaciones físicas, no pueden recibir la carga directa de un vehículo o de una gata o grúa que se use para elevar o suspender el vehículo, tales elementos o construcciones se diseñarán para las cargas correspondientes a su uso real.

#### 2.7 (c) Cargas de camiones

Las cargas mínimas (incluidas la vertical, la lateral y la longitudinal) y su distribución cumplirán con los requisitos aplicables a puentes carreteros, salvo que el impacto se tomara como 10 por ciento de la carga vertical.

#### 2.7 (d) Equipo de ferrocarril

Las cargas mínimas (incluidas la vertical, la lateral y la longitudinal) y su distribución cumplirán con los requisitos aplicables a puentes ferrocarrileros.

#### 2.7 (e) Vías de rodadura y soportes de puentes-grúa

##### (1) Cargas Verticales

Se usarán las cargas máximas reales sobre rueda cuando la grúa esté levantando a capacidad plena. Para tomar en cuenta el impacto, la carga se aumentará en un 25 por ciento o la carga sobre rueda se aumentará en un 15 por ciento, cualquiera que produzca mayores condiciones de esfuerzo.

##### (2) Cargas Horizontales

a. La carga transversal (debida a la traslación del carro del puente-grúa) será el 20 por ciento de la suma de la capacidad de carga y el peso del carro, aplicada la mitad en la parte superior de cada riel y actuando en ambas direcciones perpendiculares a la vía de rodadura.

b. La carga longitudinal (debida a la traslación de la grúa) será el 20 por ciento de la reacción máxima total (sin incluir el impacto) del riel en cuestión, aplicada en la parte superior del riel y actuando en ambas direcciones paralelamente a la vía de rodadura.

#### 2.7 (f) Vigas y soportes de techos monorrieles

(1) Las cargas verticales serán la suma de la capacidad de carga y el peso del tecele. Para tomar en cuenta el impacto, la carga se aumentará en un 10 por ciento para techos manejados a mano y en un 25 por ciento para techos de funcionamiento eléctrico.

(2) Las cargas longitudinales serán el 20 por ciento de la suma de la capacidad de carga y el peso del tecele.

(3) La carga transversal será el 20 por ciento de la suma de la capacidad de carga y el peso del tecele.

(4) Para las vías curvas se tomarán en cuenta las fuerzas centrífugas.

#### 2.7 (g) Cargas en soportes para ascensores, montacargas para servicio y escaleras mecánicas

Se aplicarán las cargas reales, determinadas mediante análisis o usando los datos indicados en los diseños o catálogos del fabricante.

#### 2.7 (h) Cargas en soportes para maquinarias

A no ser que la maquinaria esté aislada de la estructura de soporte, las reacciones de las unidades de movimiento alterno o de unidades accionadas a motor de explosión se aumentarán por lo menos en 50 por ciento y las reacciones de unidades accionadas a motor eléctrico se aumentarán por lo menos en 25 por ciento para tomar en cuenta el impacto.

#### 3.7 (i) Estructuras para Asambleas

Los asientos y las zonas donde están instalados, en tribunas, estadios y otros lugares de asamblea, serán diseñados para resistir la aplicación simultánea de una carga de oscilación horizontal de 40 Kg. por m. lineal de asiento en una dirección paralela a la hilera de asientos combinada con 15 Kg. por m. lineal de asiento en una dirección perpendicular a la hilera de asientos aplicadas a la mitad de la altura del respaldar.

#### 2.7 (j) Helipuertos

##### (1) Cargas concentradas

a. Zona de aterrizaje. Se diseñarán las zonas de aterrizaje de helicópteros a partir de cualquiera de las siguientes cargas verticales actuando en cualquier lugar:

1. Una carga concentrada única igual a 3/4 del peso bruto del helicóptero actuando en un espacio de 1/10 de metro cuadrado.

2. Cargas concentradas que representen las reacciones brutas de cada rueda del helicóptero actuando simultáneamente y aumentadas en 1/3 para tener en cuenta el impacto.

b. Zona de taxeo. Las zonas para taxeo del helicóptero se diseñarán para cargas concentradas de conformidad con el inciso inmediato anterior.

##### (2) Carga viva repartida

Las zonas de aterrizaje y taxeo serán capaces de soportar una carga viva repartida de 200 Kg./m<sup>2</sup>, que no actúe de manera simultánea con las cargas concentradas.

### 2.8 Condiciones de Carga Parcial

#### 2.8 (a) Cargas repartidas

En construcciones de estructura continua y/o voladizos, el diseño deberá considerar la carga vi-

va en todos los tramos y combinaciones de carga viva en ciertos tramos que produzcan esfuerzos máximos en los elementos de soporte. Están permitidas las simplificaciones que aparecen en los incisos (1) a (3).

(1) Estructura de piso y techo

a. Para la carga viva vertical aplicada al nivel bajo consideración, los extremos de las columnas por encima y por debajo de ese nivel pueden considerarse como fijos.

b. Las combinaciones de carga viva se pueden limitar a las siguientes:

1. Carga viva colocada en tramos alternos.
2. Carga viva colocada en dos tramos adyacentes.

Los efectos de la carga viva sobre los tramos que se encuentren a una distancia de más de dos tramos del vano en consideración, pueden ignorarse.

(2) Arcos

a. Carga viva colocada en la mitad de la luz adyacente a un soporte.

b. Carga viva colocada en el cuarto central de la luz.

c. Carga viva colocada en 5/8 de la luz adyacente a cada soporte.

(3) Columnas

El momento debido a las cargas verticales puede calcularse con la carga viva ubicada únicamente en el tramo adyacente mayor del piso bajo consideración. Se considerará que el momento actúa simultáneamente con la carga viva de todos los otros pisos.

2.8 (b) Cargas concentradas móviles

Los elementos estructurales que soporten cargas concentradas móviles serán diseñados solamente para aquellas cargas que pueden ocurrir físicamente de manera simultánea, dispuestas para producir esfuerzos máximos.

3.0 REDUCCION DE CARGA VIVA

3.1 Cargas de Techo

No se permitirá reducción alguna.

3.2 Cargas Vivas de Piso

La carga viva uniforme que se utilice para el diseño será el valor básico establecido en la Tabla 2.2 (a) multiplicada por los porcentajes que aparecen a continuación de (a) a (d).

3.2 (a) Con excepción de lo dispuesto en (b), (c) y (d), se aplicarán los porcentajes de la Tabla 3.2 (a). Las zonas contribuyentes se calcularán de conformidad con la sección 3.3.

Tabla 3.2 (a) Porcentaje de Carga Viva

Zona contribuyente (metros cuadrados)	Relación Carga Viva a Carga Muerta*		
	0.625 o menos	1	2 o más
14.9 o menos	100	100	100
15 — 29.9	80	85	85
30 — 44.9	60	70	75
45 — 59.9	50	60	70
60 o más	40	55	65

\* Para valores de carga viva/carga muerta, se pueden interpolar los porcentajes aplicables de carga viva.

3.2 (b) No se permitirá ninguna reducción de carga viva para los siguientes elementos: miembros y conexiones (fuera de columnas y muros)

que soporten pisos usados, almacenamiento (incluye depósitos, salas de almacenaje en bibliotecas y archivos); zonas que se usen como lugares de asamblea, industria y para ventas minoristas o mayoristas. Para las columnas y muros que soporten tales pisos, la reducción máxima de carga viva será del 20 por ciento.

3.2 (c) No se permitirá reducción alguna de carga viva para el cálculo del esfuerzo de corte en el perímetro de columnas en estructuras de losas sin vigas.

3.2 (d) En lugar de los porcentajes que se dan en la Tabla 3.2 (a), las reducciones de carga viva para columnas y muros pueden fijarse como 15 por ciento de la carga viva en el piso superior, aumentando sucesivamente en 5 por ciento por cada piso sucesivo inferior, con una reducción máxima de 50 por ciento. Las limitaciones de (b) y (c) deben aplicarse.

3.3 Zonas Contribuyentes de Piso

Para computar la reducción de carga viva, se determinarán de la siguiente manera las zonas contribuyentes del piso:

3.3 (a) Para el diseño de losas, sólidas o nervadas, de un sentido o de dos: el producto del lado más corto y de un ancho igual a la mitad del lado más corto.

3.3 (b) Para el diseño de losas sin vigas: la mitad del área del paño.

3.3 (c) Para el diseño de columnas y vigas o tijerales que se apoyen en columnas: el área cargada que está directamente soportada por la columna, viga o tijeral. En las columnas que soporten más de un piso, el área cargada será el área total acumulada de todos los pisos soportados.

3.3 (d) Para el diseño de viguetas y elementos múltiples similares que descansen en vigas o tijerales, o para el diseño de estructuras menores alrededor de aperturas: dos veces el área cargada soportada, pero no más que el área del paño total.

3.4 Cimientos y Soportes de Columna

La carga viva que soportarán los cimientos o vigas, o tijerales que soportan columnas representará la reacción total de la columna reducida de acuerdo a la sección 3.2 y a la sección 3.3

4.0 CARGAS DEBIDAS AL VIENTO

4.1 Generalidades

La estructura y los componentes exteriores de todos los edificios, ventanas, carteles, tanques y otras construcciones, expuestas, serán diseñadas para resistir las presiones debidas al viento.

4.2 Presiones de Diseño al Viento en Estructuras

Las presiones mínimas de diseño debidas al viento actuando sobre superficies verticales, en lugares donde la velocidad máxima del viento no exceda 65 Km./h., serán las indicadas en la Tabla 4.2 (1), y las presiones mínimas de diseño debidas al viento actuando perpendicularmente a superficies horizontales o inclinadas serán las indicadas en la Tabla 4.2 (2). La ocurrencia de presiones en superficies verticales, horizontales e inclinadas de una edificación serán consideradas simultáneamente. En lugares donde la velocidad máxima del viento excede 65 Km/h. las presiones indicadas en la Tabla 4.2 (1) y en 4.3, se aumentarán multiplicándolas por el factor  $V^2/4225$ , donde V es la velocidad máxima del viento en Km./h.

Tabla 4.2 (1) Presión de Diseño Debida al Viento en Superficies Verticales

Altura (en metros sobre la vereda)	Presión de Diseño en Superficies Verticales (Kg/m <sup>2</sup> de superficie llena proyectada) (de 65° a 90° con la horizontal)	
	Estructura	Paneles de vidrio
0 — 50	30	40
51 — 100	40	50
Más de 100	50	60

Tabla 4.2 (2) Presión de Diseño al Viento en Superficies Horizontales e Inclinadas

Pendiente	Presión de Diseño Perpendicular a la Superficie
10° o menos	Presión o Succión equivalente a 40% de los Valores de la Tabla 4.2 (1) actuando sobre toda el área.
Más de 10° hasta 65°	En la cara de Barlovento — presión igual a 60% de los valores de la Tabla 4.2 (1). En la cara a Sotavento — succión igual a 40% de los valores de la Tabla 4.2 (1).

#### 4.3 Elementos de Cierre

Para el diseño de mullions, paneles, alféizares y otros elementos de cierre incluyendo sus anclajes, que no sean paneles de vidrio, la presión de viento actuando perpendicular a su superficie será de 40 Kg/m<sup>2</sup>, y la succión de 30 Kg/m<sup>2</sup>, para cualquier altura.

#### 4.4 Elementos de Techo

La presión de viento actuando en viguetas, coberturas y sus anclajes será de 1 1/2 vez los valores indicados en la Tabla 4.2 (2).

#### 4.5 Otros Elementos

Las presiones mínimas de viento a utilizarse en el diseño de otros elementos que forman parte de un edificio serán los valores indicados en la Tabla 4.2 (1) multiplicados por los factores de forma señalados en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5 Factores de Forma

Construcción	Factor de Forma
Avisos, sus apoyos y sus partes, teniendo 70% o menos de superficie llena.	1.5
Avisos, sus apoyos y sus partes, teniendo 70% o más de superficie llena.	2.0
Tanques de agua, chimeneas, cassetas de ascensores y otros de sección cuadrada o rectangular.	1.0
Tanques de agua, chimeneas, cassetas de ascensores y otros de sección circular o elíptica.	0.7

#### 4.6 Cornisas

Las cornisas y otros elementos proyectados del plomo de la edificación serán diseñados para presiones hacia arriba dos veces las indicadas en la Tabla 4.2 (1).

#### 4.7 Otras Estructuras

Para estructuras de forma especial, domos, estructuras colgantes, tijerales abiertos total o parcialmente, las presiones de diseño se basarán en los valores indicados en la Tabla 4.2 (1) modifica-

dos a partir de procedimientos de análisis reconocidos en ingeniería.

## 5.0 OTRAS CARGAS

### 5.1 Presiones de Tierra

Se aplicarán las disposiciones siguientes:

a. Todo muro de sótano o muro de contención será diseñado para resistir, en adición a las cargas verticales que actúan sobre él, la presión lateral del suelo y sobrecargas, más las presiones hidrostáticas correspondientes al máximo nivel probable del agua freática.

b. Se considerarán las subpresiones causadas por la presión hidrostática.

c. Para el cálculo de la magnitud y ubicación de las presiones laterales del suelo se podrá emplear cualquiera de los métodos aceptados en la Mecánica de Suelos.

### 5.2 Silos y Tolvas

Las cargas sobre las partes componentes de silos y tolvas se pueden reducir considerando la fricción sobre las paredes laterales, siempre que las paredes laterales y los soportes se diseñen para el incremento correspondiente de las cargas verticales. Se considerará el efecto de arco del material cuando aumenten los esfuerzos en algún componente por este efecto.

### 5.3 Fuerzas de Pretensado

Se tomarán en cuenta las fuerzas de pretensado en el diseño de estructuras de concreto pretensado, estructuras colgantes y estructuras arriostradas.

### 5.4 Cargas de Construcción

Se considerarán las cargas reales previstas en el proceso constructivo que excedan las cargas vivas de uso indicándose tal capacidad en los documentos del proyecto.

### 5.5 Presiones de Fluidos

El diseño tomará en cuenta las presiones tanto positivas como negativas, de los fluidos y gases retenidos.

### 5.6 Hielo

Se considerará como parte de la carga viva en el diseño de torres reticuladas o arriostradas el peso de media pulgada de espesor de hielo sobre todas las superficies cuando exista la posibilidad de su existencia en la localidad de la edificación.

### 5.7 Fuerzas Térmicas

El diseño de edificios cerrados con más de 70 ml. de dimensión en planta tomará en cuenta las fuerzas y/o los movimientos que resulten de una expansión supuesta que corresponda a un cambio de temperatura de 20° C. Para estructuras exteriores expuestas, arcos o cáscaras, cualquiera que sean las dimensiones en planta, el diseño tomará en cuenta las fuerzas y/o movimientos resultantes de una expansión o contracción supuesta que corresponde a un aumento o disminución de temperatura de 20°C para construcciones de concreto o mampostería y 30°C para construcciones de metal. Para determinar el anclaje necesario para tuberías, se establecerán las fuerzas a partir de las variaciones de temperatura correspondientes a las condiciones específicas de servicio. Se tomarán en cuenta las fuerzas de rotamiento en los apoyos de expansión.

### 5.8 Contracción

El diseño de estructuras de concreto armado cualquiera de cuyas dimensiones en planta entre juntas de expansión o contracción exceda 45 metros, tomará en consideración las fuerzas y/o movimientos resultantes de la contracción del con-

creto en una cantidad de 0.0002 veces la distancia entre juntas. El diseño de arcos y de estructuras similares tendrá en cuenta los efectos de la contracción, además de las deformaciones instantáneas y diferidas.

## 6.0 DISTRIBUCION DE CARGAS

### 6.1 Distribución de Cargas Verticales

La distribución de cargas verticales a los elementos de soporte se establecerá sobre la base de un método reconocido de análisis elástico o de un sistema de coeficientes de aproximación. Se tendrá en cuenta el desplazamiento instantáneo y diferido de soportes cuando ellos sean significativos.

### 6.2 Distribución de Cargas Horizontales

Las siguientes disposiciones se aplicarán solamente a las estructuras principales y no se aplicarán a estructuras en las cuales las cargas horizontales se transmitan a los cimientos por medio de cables, arcos, tijerales o muros de corte no orientados en planos verticales.

#### 6.2 (a) Distribución de cargas horizontales en pórticos, tijerales y muros de corte

Se supondrá que las cargas horizontales sobre la estructura son distribuidas a los pórticos, tijerales y muros de corte por los sistemas de pisos y techos que actúan como diafragmas horizontales. La proporción de la carga horizontal total que resistirá cualquier pórtico, tijeral y muro de corte se determinará sobre la base de su rigidez relativa, considerando la excentricidad de la carga aplicada con respecto al centro de rigidez de los pórticos, tijerales y muros de corte. Para tijerales verticales, se tomarán en cuenta para la evaluación de la rigidez las deformaciones de las almas.

#### 6.2 (b) Distribución de cargas horizontales dentro de estructuras de pisos múltiples

La distribución de cargas horizontales dentro de estructuras de pisos múltiples se determinará sobre la base de algún método reconocido para análisis elástico. En el caso de fuerzas horizontales de sismo se aplicará lo indicado en los acápites pertinentes de las Normas de Diseño Sismo-Resistente.

#### 6.2 (c) Muros Portantes y Tabiques

Se puede considerar que los muros y tabiques, si se diseñan específicamente para resistir las fuerzas aplicadas, contribuirán a la resistencia y/o rigidez de la estructura en relación a las cargas horizontales.

## 7.0 ESTABILIDAD

### 7.1 Volteo

(1) El momento de volteo actuante sobre un edificio o cualquiera de sus partes, no excederá en ningún caso las dos terceras partes del momento estabilizador de las cargas muertas. Es decir el coeficiente de seguridad contra falla por volteo será como mínimo de 1.5.

(2) El peso de la tierra sobre las zapatas o cimentaciones puede ser considerado como parte de las cargas muertas.

### 7.2 Deslizamiento

(1) El edificio o cualquiera de sus partes será diseñado para proveer un coeficiente de seguridad de 1.5 contra falla por deslizamiento.

(2) La estabilidad requerida será suministrada sólo por las cargas muertas más cualquier anclaje permanente que se provea.

(3) El peso de la tierra sobre las zapatas o cimentaciones puede ser considerado como parte de las cargas muertas.

(4) Los coeficientes de fricción que se asuman para tener en cuenta la estabilidad suministrada por las cargas muertas serán establecidas por el proyectista a partir de valores usuales empleados en Ingeniería.

## 8.0 RIGIDEZ

### 8.1 Método de Cálculo

El cálculo de las deformaciones de la estructura o de sus componentes serán efectuado por métodos aceptados en Ingeniería.

### 8.2 Desplazamientos Laterales

El máximo desplazamiento relativo entre pisos, causado por las fuerzas de viento, será de 0.015 de la altura del piso; excepto cuando existan elementos susceptibles de dañarse por esta deformación, en cuyo caso será reducida a 0.010 de la altura del piso. En el caso de fuerzas de sismo el máximo desplazamiento será el indicado en los acápites pertinentes de las Normas de Diseño Sismo-Resistente.

### 8.3 Flechas

(1) La flecha de cualquier elemento estructural no excederá los valores indicados en la Tabla 8.3 (2), excepto cuando soporten paneles de vidrio en cuyo caso aplicará lo indicado en 8.3 (3).

Tabla 8.3 (1) Flechas Máximas para Elementos Estructurales

Tipo de Elemento	Para Carga Viva Únicamente	Para Carga Viva más Carga Muerta*
Techos enyesados o pisos	L/360	L/240
Techos	L/180	Sin límite

= Luz del elemento  
Tabla 8.3 (2) Factores de la Carga Muerta

Material	Factor
Madera Seca	0.5
Madera Húmeda	1.0
Concreto	
A's = 0	2.0
A's = 0.5 A's	1.2
A's = 0.8 A's	1.0
Acero	0

A's = Área de acero en compresión en elementos a flexión.

As = Área de acero en tracción en elementos a flexión.

(3) La flecha de elementos estructurales que soporten paneles de vidrio no excederá L/200, donde L es la luz del elemento. En ningún caso la flecha será mayor de 2 cm.

(\* Multiplicado por el factor de la Tabla 8.3 (2) para tener en cuenta deformaciones diferidas.

(2) Para considerar las deformaciones diferidas se tomará en cuenta el efecto de la carga muerta multiplicándola por el factor indicado en la Tabla 8.3 (2).

## PLANOS

1. Plano N° CY - 478/93 : Columna para Sub Estación de Yarinacocha.
2. Plano N° CY - 479/93 : Viga para Sub Estación de Yarinacocha.
3. Plano N° CY - 480/93 : Estructuras Soporte de Equipos Sub Estación de Yarinacocha.