

ESCUELA SUPERIOR  
POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

"DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA CAPITANIA  
DEL PUERTO CAPUIL"

INFORME TECNICO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD  
ESPECIALIZACION POTENCIA

Presentado por:

EDUARDO PIEDRA ANDRADE

Guayaquil-Ecuador

1989

DEDICATORIA

- A MI ESPOSA ANITA Y  
A MIS HIJOS
- A MI MADRE Y HER-  
MANDOS
- A LA MEMORIA DE MI  
PADRE

## AGRADECIMIENTO

- A la Escuela Superior Politécnica del Litoral
- Al Ing. Hernán Gutiérrez V., Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica
- Al Ing. Alberto Hanze B., dilecto amigo y compañero que siempre estuvo presto a darme su colaboración y apoyo
- Al Ing. Gustavo Bermúdez Flores

DECLARACION EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTAS EN ESTE INFORME TECNICO, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE; Y, EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA, A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA ESPOL).

  
EDUARDO PIEDRA ANDRADE





ING. HERMAN GUTIERREZ VERA  
Decano de la Facultad de  
Ingeniería Eléctrica



ING. ALBERTO HANZE BELLO  
Profesor Supervisor  
del Informe Técnico



ING. GUSTAVO BERMUDEZ FLORES  
Miembro Principal

## R E S U M E N

A petición del DIRECTOR DE INGENIERIA CIVIL Y PORTUARIA DE LA ARMADA DEL ECUADOR, procedí a la elaboración del diseño de las instalaciones eléctricas de la Capitanía del Puerto de Guayaquil (CAPUIL) que comprende:

- 1.- Diseño de la red de distribución trifásica aérea en alta tensión.
- 2.- Diseño de la red de baja tensión
- 3.- Diseño de la red de alumbrado
- 4.- Diseño del sistema de emergencia
- 5.- Especificaciones de materiales
- 6.- Presupuesto

Todos los diseños y cálculos cumplen con las normas del reglamento nacional de acometidas, código eléctrico nacional y normas del INECEL.

## I N D I C E   G E N E R A L

	Pág.
RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INTRODUCCION.....	VIII
CAPITULO I	
GENERALIDADES	
1.1. Antecedentes y ubicación del Proyecto...	I
1.2. Objetivos.....	I
CAPITULO II	
DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO	
2.1. Sistema de la Red de Alta Tensión.....	3
2.2. Sistema de la Red de Baja Tensión.....	4
2.3. Sistema de la Red de Alumbrado.....	6
2.4. Sistema de Emergencia.....	8

## CAPITULO III

### ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y PRESUPUESTO

3.1. Especificaciones de Materiales.....	II
3.2. Presupuesto.....	13
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	15
ANEXOS.....	16
BIBLIOGRAFIA.....	42

## I N T R O D U C C I O N

La Capitanía del Puerto de Guayaquil "CAPUIL" se encuentra ubicada actualmente junto a la Gobernación de la Provincia del Guayas en un lugar muy estrecho y sin las comodidades para un buen funcionamiento de sus actividades administrativas, por tal circunstancia la Armada del Ecuador adquirió unos terrenos junto a la Autoridad Portuaria de Guayaquil para la construcción de sus nuevas instalaciones que estén acorde a sus necesidades; para tal motivo el Departamento de Ingeniería Civil de la Armada elaboró los planos respectivos donde encontramos el edificio Administrativo, el alojamiento de oficiales, la cámara (cocina-comedor), talleres, canchas deportivas, altar, áreas verdes que indudablemente prestarán mejores servicios que los actuales; estos planos sirvieron de base para la elaboración del diseño eléctrico que es el objeto del presente trabajo.

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### 1.1. ANTECEDENTES Y UBICACION DEL PROYECTO

La Armada del Ecuador contrató mis servicios para la elaboración del diseño eléctrico de la nueva Capitanía del Puerto de Guayaquil (CAPUIL); a construirse al sur de la ciudad junto a las instalaciones de Autoridad Portuaria; ya que las oficinas que funcionan actualmente en el Malecón no son funcionales para el buen desarrollo de sus actividades.

### 1.2- OBJETIVOS

De acuerdo a los planos arquitectónicos entregados y a la distribución interna de los edificios, canchas deportivas y áreas verdes, pensé que lo más conveniente era construir una red de distribución tanto en alta como en baja tensión totalmente independiente de las líneas existentes para Autoridad Portuaria; para tal objeto se

consultó con la Empresa Eléctrica del Ecuador y me dió el punto de partida para la línea de 13.8 KV, tal como se indica en el plano E3/3.

## C A P I T U L O    I I

### DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO

#### 2.1. SISTEMA DE LA RED DE ALTA TENSION

La red de alta tensión será aérea trifásica y construida con tres conductores de aluminio desnudo número 1/0 y neutro número 2 del tipo ACSR.

Las estructuras a usarse serán como se especifica en el plano E3/3 y construidas e instaladas de acuerdo a las normas de INECEL.

Los tensores serán del tipo de empuje, farol y tierra.

Los postes serán de concreto del tipo de hormigón centrifugado de 500 Kg. a la rotura.

Se ha previsto un cuarto en donde irán instalados tres transformadores monofásicos de 50 KVA tipo



convencional de las características siguientes:

- 13.200GRD/7620 voltios primario con dos bushings - 120/240 voltios secundario.

Todos los transformadores serán protegidos por sus respectivas cajas portafusibles de 15 KV tipo CUT-OUT y por pararrayos de 10 KV tipo válvula, que irán colocados en las estructuras en donde comienza y termina la línea trifásica de alta tensión.

La alimentación desde el último poste hasta el banco de transformadores será subterránea con tres conductores aislados número 2 - 15KV en tubería rígida de 4 pulgadas con sus respectivos accesorios.

## 2.2. SISTEMA DE LA RED DE BAJA TENSION

La red de baja tensión parte desde el secundario del banco de transformadores hasta el breaker principal del tablero general TG.

Según las cargas de los edificios se ha previsto esta alimentación con dos ternas de conductores

número 300 MCM; desde aquí se distribuyen las acometidas en baja tensión 110/220 voltios a los paneles de distribución ubicados en los edificios tal como se detalla en el plano E1/3.

Las acometidas a los paneles de distribución se han distribuido de la siguiente manera (ver diagrama unifilar general).

1. Para alumbrado perimetral exterior y áreas verdes se han previsto los paneles PD-P y PD-P1 que serán alimentados con dos conductores número 6 AWG de cobre y neutro número 8 AWG.
2. Para las centrales de acondicionadores de aire, bombas de agua y edificio administrativo se ha previsto el panel PD-A que será alimentado con tres conductores número 250 MCM y neutro número 2/0 AWG de cobre.
3. Para la alimentación de paños y maestranzas se ha previsto el panel PD-M que será alimentado con dos conductores número 4 AWG y neutro número 6 de cobre.
4. Para la alimentación del entrepuente se ha previsto el panel PD-E que será alimentado con

dos conductores número 6 AWG y neutro número 8 AWG de cobre.

5. Para la alimentación del alumbrado de las canchas se ha previsto el panel PD-C que será alimentado con dos conductores número 2 AWG y neutro número 4 AWG de cobre.

6. Para la alimentación de la cámara y casino se ha previsto el panel PD-C1 que será alimentado con dos conductores número 2 AWG y neutro número 4 AWG de cobre.

7. Para la alimentación del camarote de oficiales se ha previsto el panel PD-C2 que será alimentado con dos conductores número 4 AWG y neutro número 6 AWG de cobre.

### 2.3. SISTEMA DE LA RED DE ALUMBRADO

La red de alumbrado será subterránea y se la ha dividido en alumbrado perimetral exterior y en iluminación de canchas y áreas verdes.

Para el alumbrado perimetral exterior se han escogidos los siguientes tipos de luminarias (ver plano E1/3).

- a) Luminarias de 250 y 400 vatios de vapor de mercurio de alto rendimiento lumínico; con carcasa y reflector de aluminio fundido de alta resistencia, reflector de aluminio anodizado y electro-abrillantado, refractor anti-vandálico prismático.
  
- b) Luminarias de 175 vatios de vapor de mercurio de alto rendimiento; con cabeza de aluminio fundido de alta resistencia, reflector de aluminio anodizado y electro-abrillantado, refractor prismático.

Para el alumbrado de áreas verdes se ha escogido el siguiente tipo de luminarias:

- a) Luminarias de 175 vatios de vapor de mercurio de alto rendimiento lumínico, de construcción en aluminio anodizado y electro-abrillantado, de refractor prismático de una sola pieza, con distribuciones simétricas.

Para el alumbrado de las canchas deportivas se han escogido reflectores de 1000 vatios de luz de vapor de mercurio.

Se han previsto cinco circuitos para la iluminación exterior cada uno controlado por un breaker de dos polos 30 amperios desde su respectivo panel.

Se han previsto también seis circuitos para el control del alumbrado de las canchas deportivas, cada uno controlado por un breaker de dos polos 30 amperios y además accionados por una botonera con sus respectivos contactores.

#### 2.4. SISTEMA DE EMERGENCIA

Se ha previsto en el diseño un generador de emergencia de 30 KW que controlará los siguientes paneles:

- Panel PD-P (Alumbrado perimetral)
- Panel PD-P1 (Alumbrado perimetral y áreas verdes)
- Panel PD-C1 (Cámara oficiales y casino)
- Panel PD-C2 (Camarote)
- Panel PD-A1 (Administración)

El generador tendrá las siguientes características:



- Planta eléctrica de 30 KW, 30-0DLG-5R planta eléctrica marca ONAM (USA), refrigerado por agua (radiador)

Arranque eléctrico remoto (batería)

Motor a diesel 1800 rpm

Potencia de generación: 30 KW, 37.5 KVA

Voltaje de generación: 120/240, 127/208 voltios  
120/240, 254/440 trifásico

Alternador marca ONAM sin escobillas tipo reconectable, como se verifica en catalogo adjunto

- Accesorios

Tanque de combustible

Batería de arranque

- Panel de Control para 30 KW

Panel metálico tipo MURAL, construido con plancha laminada, conteniendo:

Un breaker de 25 Amp. 3P

Un amperímetro 50/5 A

Tres transformadores de 50/5 A

Un selector de amperímetro

Un voltímetro 0-300 voltios

Un selector de voltímetro

Un frecuencímetro 220 voltios

Tres portafusible PF/2 A

Panel de transferencia automático

Panel metálico tipo, similar al anterior con los siguientes elementos:

Dos contactores

Un enclabamiento mecánico

Tres relés temporizados

Cuatro relés auxiliares

Un selector mano/paro

Un programador

Seis bases portafusible PF/20/4 A

Dos lámparas pilotos

## C A P I T U L O    I I I

### ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y PRESUPUESTO

#### 3.1. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

Los materiales a usarse serán de primera calidad y nuevos, siempre cumpliendo con las normas del INECEL.

Los postes que soportarán las líneas de alta tensión serán de hormigón de 11 m. por 500 Kg de tensión a la rotura.

Las crucetas a usarse serán de madera.

Los conductores de la línea de alta tensión serán de aluminio desnudo del tipo ACSR.

Las cajas de desconexión serán del tipo CUT-OUT 15 KV 100 Amp.

Los pararrayos serán del tipo LV-10 KV.



Los transformadores serán del tipo convencional 13200 GRDY/7620 voltios primario con dos bushing, 120/240 voltios secundario.

El tablero general será de 1/16" de espesor, pintado con base y pintura anticorrosiva y contendrá los siguientes elementos:

- Un breaker principal de 3 polos-500 A.
- Un breaker de 2 polos-60 A. para panel PD-P
- Un breaker 3 polos-225 A. para panel PD-A
- Un breaker dos polos-70 A. para panel PD-M
- Un breaker 2 polos-50 A. para panel PD-E
- Un breaker 2 polos-100 A. para panel PD-C
- Un breaker 2 polos-70 A. para panel PD-C2
- Un breaker 2 polos-100 A. para panel PD-C1
- Un breaker 2 polos-40 A. para panel PD-P1
- Un breaker 2 polos-60 A. para control del panel PD-A1
- Barras de cobre electrolítico
- Aisladores de porcelana
- Terminales
- Un selector
- Un amperímetro 0-500 A
- Un selector
- Un voltímetro 0-600 V

Los conductores para la red de baja tensión 220 voltios serán de cobre del tipo AWG con forro tipo TW y aislamiento para 600 voltios, serán del tipo trenzado a partir del No. 8 en adelante.

Los ductos exteriores serán del tipo PVC recubierto con concreto, sus diámetros se especifican en el plano E1/3.

Las cajas de paso serán de hormigón con tapa y contra capa metálica, las dimensiones se indican en el plano E1/3.

### 3.2. PRESUPUESTO

Resumen del costo total de las instalaciones eléctricas, tableros y generador de emergencia para las instalaciones exteriores para la Capitanía del Puerto de Guayaquil (CAPUIL).

DESCRIPCION	VALOR PARCIAL (S/.)
1- Acometidas a los diferentes tableros y paneles (materiales y mano)	3'453.810,00
2- Alumbrado perimetral y canchas (materiales y mano de obra)	6'516.000,00
3- Distribución en alta tensión (materiales y mano de obra)	7'275.690,00
4- Tablero general y su montaje	2'108.000,00
5- Generador de emergencia de 30 KW incluido su panel de transferencia automático y su montaje	12'890.000,00
	-----
	32'333.500,00
Cargas sociales, transporte de material y gastos administrativos	4'850.025,00
Dirección técnica	3'233.350,00
	-----
VALOR TOTAL	40'416.875,00

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño ha sido elaborado bajo el criterio de que en una área operativa, las instalaciones eléctricas deberán ser subterráneas y como la Capitanía del Puerto "CAPUIL" se construirá junto a la Autoridad Portuaria de Guayaquil se ha aplicado este concepto.

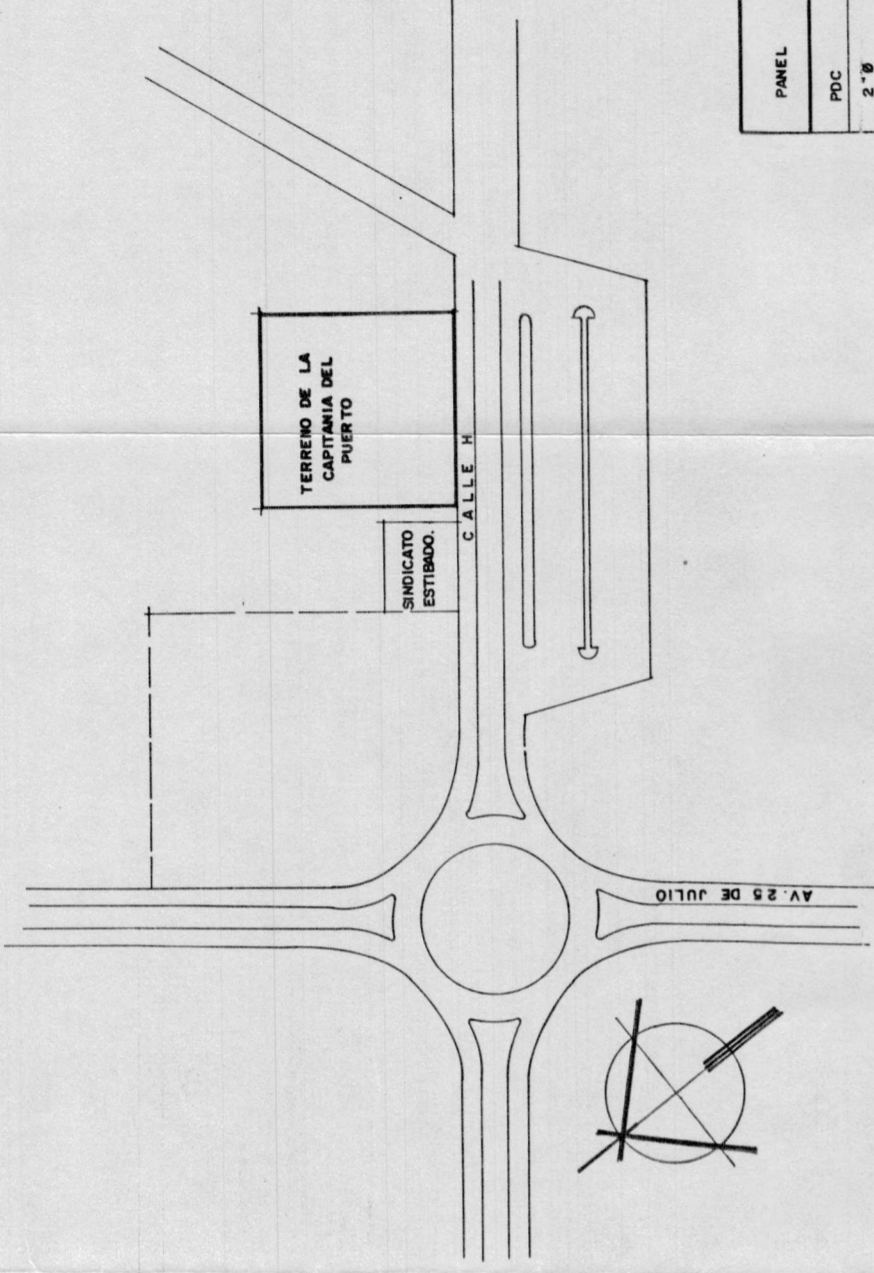
La red trifásica en alta tensión se la ha planificado aérea, ya que la Empresa Eléctrica del Ecuador Inc. tiene junto a las nuevas instalaciones de "CAPUIL" su red de distribución aérea.

Por lo tanto, es menester recomendar que se mantenga este criterio para la construcción del sistema de distribución tanto en alta como en baja tensión, para prevenir riesgos y molestias con otro tipo de instalación que no sea la recomendada..

## B I B L I O G R A F I A

1. NATIONAL ELECTRICAL CODE, of National Fire Protection Association Inc., 1981.
2. McPARTLAND J. F., Calculations for Electrical Work, McGraw-Hill Inc., New York 1971.
3. REGALMENTO NACIONAL PARA ACOMETIDAS DE SERVICIO ELECTRICO, Dirección Nacional de Recursos Energéticos, 1969.
4. MC. PARTLAND J.F., Como diseñar Sistemas Eléctricos, Editorial Diana, México 1981.
5. MANUAL GENERADOR DE EMERGENCIA ONAM
6. FINK DONALD G., WAYNE BEATY H., Standard Handbook for Electrical Engineers, McGraw-Hill Book Company, New York 1978.
7. MANUAL DE ALUMBRADP PHILIPS, Paraninfo, Madrid 1979.





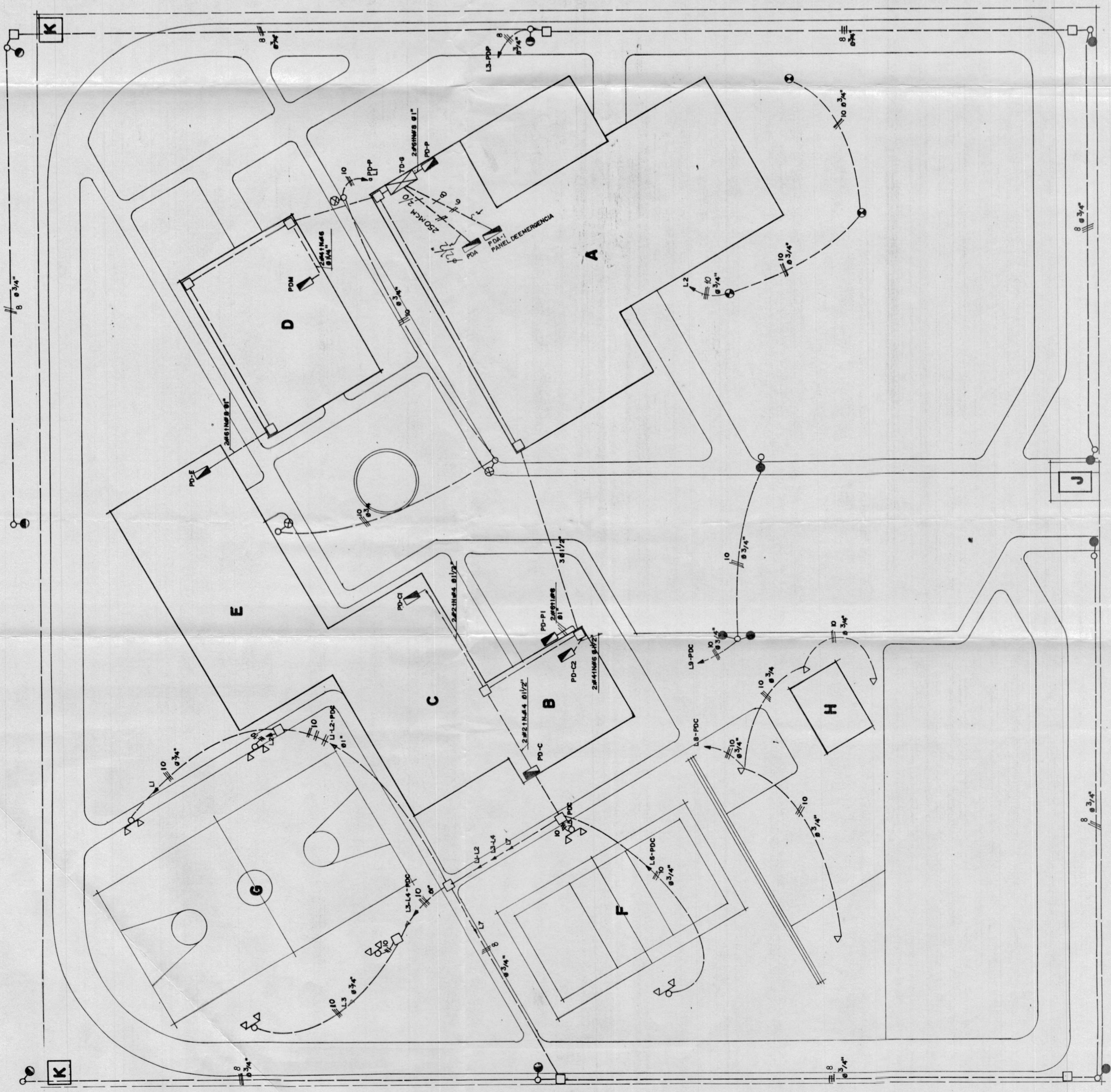
● PLANILLA DE CIRCUITOS

PANEL	CIRCUITOS		FASE		DISYUNTOR		SERVICIO
	NOMBRE	CALIBRE	VOLTIOS	AMPERES	POLOS	POLOS	
PIC	L1	10	220	30	2		LUMINACION CANCHA BASKET
	L2	10	220	30	2		"
	L3	10	220	30	2		"
	L4	10	220	30	2		"
	L5	10	220	30	2		" VOLLEY
	L6	10	220	30	2		"
	L7	10	220	30	2		EXTER. PERIMET.
	L8	10	220	30	2		PABELLON
	L9	10	220	30	2		"
	L10	10	220	30	2		"
	L11	10	220	30	2		LUMINACION AREAS VERDES
	L12	10	220	30	2		"
	L13	10	220	30	2		"
	L14	10	220	30	2		EXTER. PERIMET.
	L15	10	220	30	2		"
	L16	10	220	30	2		"
	L17	10	220	30	2		"
	L18	10	220	30	2		"
	L19	10	220	30	2		"
	L20	10	220	30	2		"
	L21	10	220	30	2		"
	L22	10	220	30	2		"
	L23	10	220	30	2		"
	L24	10	220	30	2		"
	L25	10	220	30	2		"
	L26	10	220	30	2		"
	L27	10	220	30	2		"
	L28	10	220	30	2		"
	L29	10	220	30	2		"
	L30	10	220	30	2		"
	L31	10	220	30	2		"
	L32	10	220	30	2		"
	L33	10	220	30	2		"
	L34	10	220	30	2		"
	L35	10	220	30	2		"
	L36	10	220	30	2		"
	L37	10	220	30	2		"
	L38	10	220	30	2		"
	L39	10	220	30	2		"
	L40	10	220	30	2		"
	L41	10	220	30	2		"
	L42	10	220	30	2		"
	L43	10	220	30	2		"
	L44	10	220	30	2		"
	L45	10	220	30	2		"
	L46	10	220	30	2		"
	L47	10	220	30	2		"
	L48	10	220	30	2		"
	L49	10	220	30	2		"
	L50	10	220	30	2		"
	L51	10	220	30	2		"
	L52	10	220	30	2		"
	L53	10	220	30	2		"
	L54	10	220	30	2		"
	L55	10	220	30	2		"
	L56	10	220	30	2		"
	L57	10	220	30	2		"
	L58	10	220	30	2		"
	L59	10	220	30	2		"
	L60	10	220	30	2		"
	L61	10	220	30	2		"
	L62	10	220	30	2		"
	L63	10	220	30	2		"
	L64	10	220	30	2		"
	L65	10	220	30	2		"
	L66	10	220	30	2		"
	L67	10	220	30	2		"
	L68	10	220	30	2		"
	L69	10	220	30	2		"
	L70	10	220	30	2		"
	L71	10	220	30	2		"
	L72	10	220	30	2		"
	L73	10	220	30	2		"
	L74	10	220	30	2		"
	L75	10	220	30	2		"
	L76	10	220	30	2		"
	L77	10	220	30	2		"
	L78	10	220	30	2		"
	L79	10	220	30	2		"
	L80	10	220	30	2		"
	L81	10	220	30	2		"
	L82	10	220	30	2		"
	L83	10	220	30	2		"
	L84	10	220	30	2		"
	L85	10	220	30	2		"
	L86	10	220	30	2		"
	L87	10	220	30	2		"
	L88	10	220	30	2		"
	L89	10	220	30	2		"
	L90	10	220	30	2		"
	L91	10	220	30	2		"
	L92	10	220	30	2		"
	L93	10	220	30	2		"
	L94	10	220	30	2		"
	L95	10	220	30	2		"
	L96	10	220	30	2		"
	L97	10	220	30	2		"
	L98	10	220	30	2		"
	L99	10	220	30	2		"
	L100	10	220	30	2		"

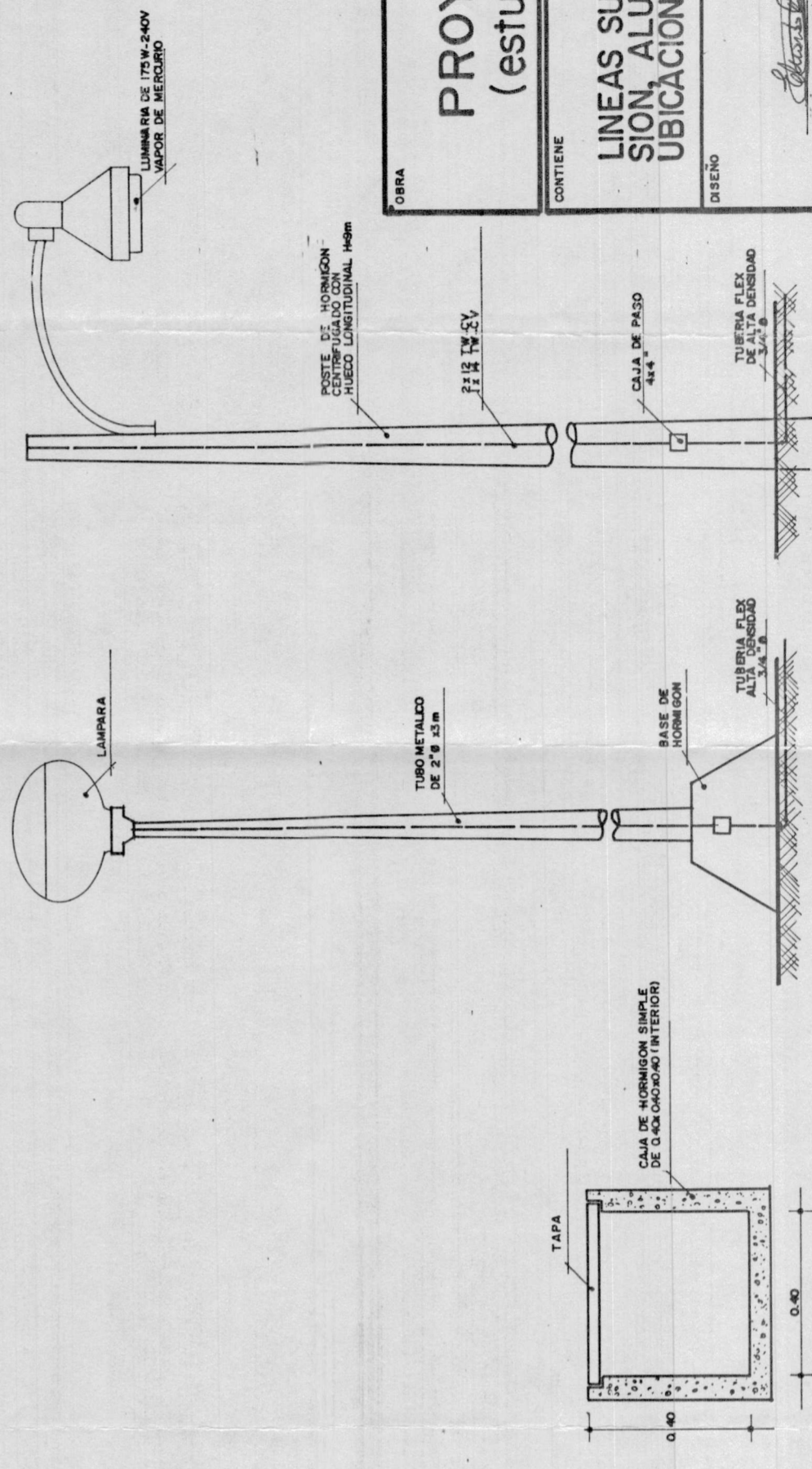
● UBICACION

● SIMBOLOGIA

- CAJA DE PASEO
- ▭ PANEL DE BREAKERS
- DUCTO DE PVC REVESTIDO CON CEMENTO
- POSTE DE H. CENTRIFUGADO 11x8.00m
- LUMINARIA 175W-220V VAGUÁ DE MERCURIO
- " 250W " " " " "
- " 400W " " " " "
- " 175W-220V TIPO PARGE
- REFLECTOR 1000W "



● IMPLANTACION GENERAL



● CAJA DE PASEO

● DETALLE DE LUMINARIAS

PROYECTO CAPUIL  
(estudio eléctrico)

LINEAS SUBTERRANEAS EN BAJA TENSION, ALUMBRADO EXTERIOR, PLANILLA, UBICACION, SIMBOLOGIA, DETALLES

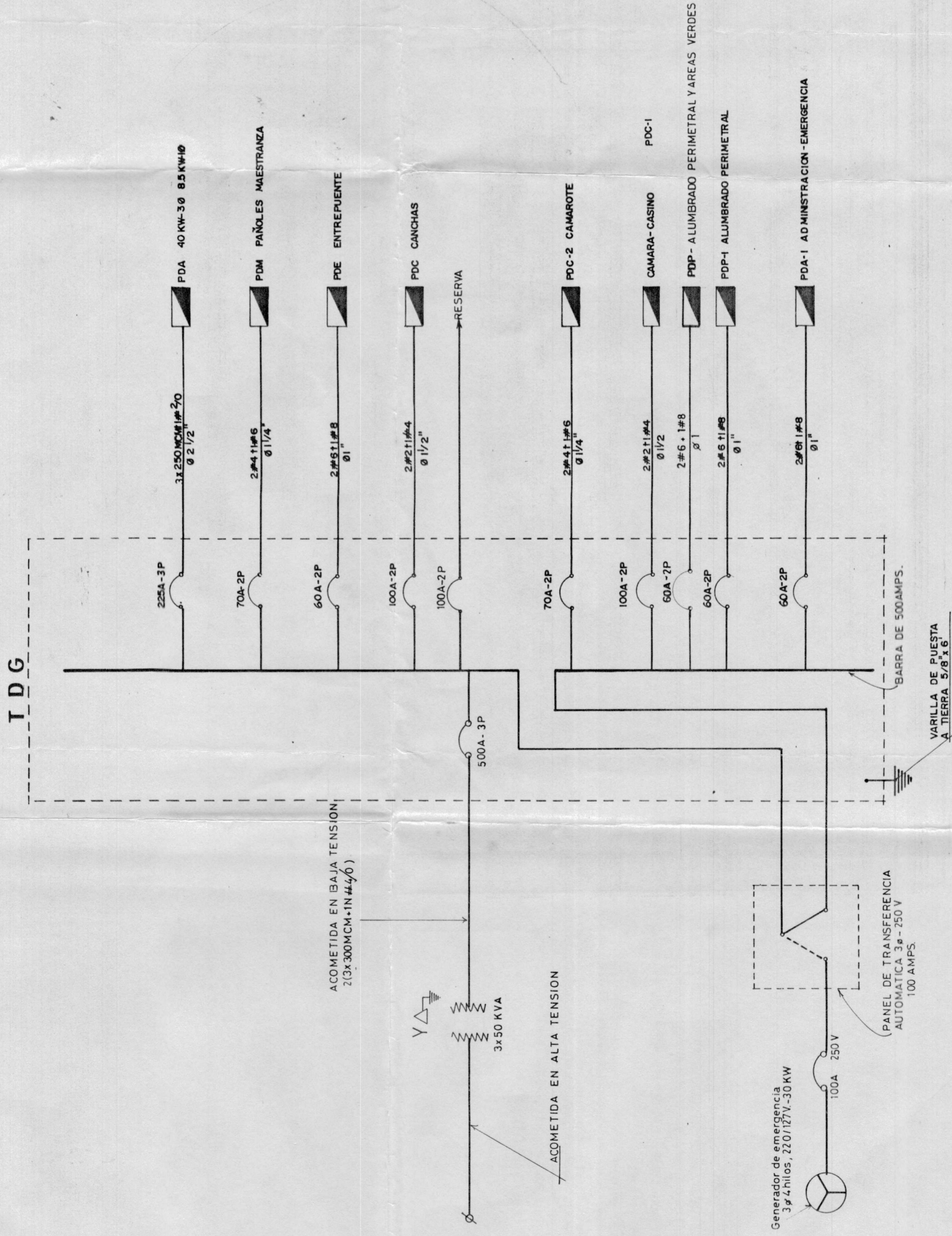
ESCALAS	INDICADAS
FECHA	LÁMINA
 Eduardo Piccirilli A.T.	 E/3

Julio de 1989



# ● DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL



CIRCA

PROYECTO CAPUIL  
(estudio eléctrico)

CONTIENE

DIAGRAMAS

PROYECTO

ESCALA

*Eduardo Piedra*  
Eduardo Piedra

SIN ESCALA

FECHA

LAMINA

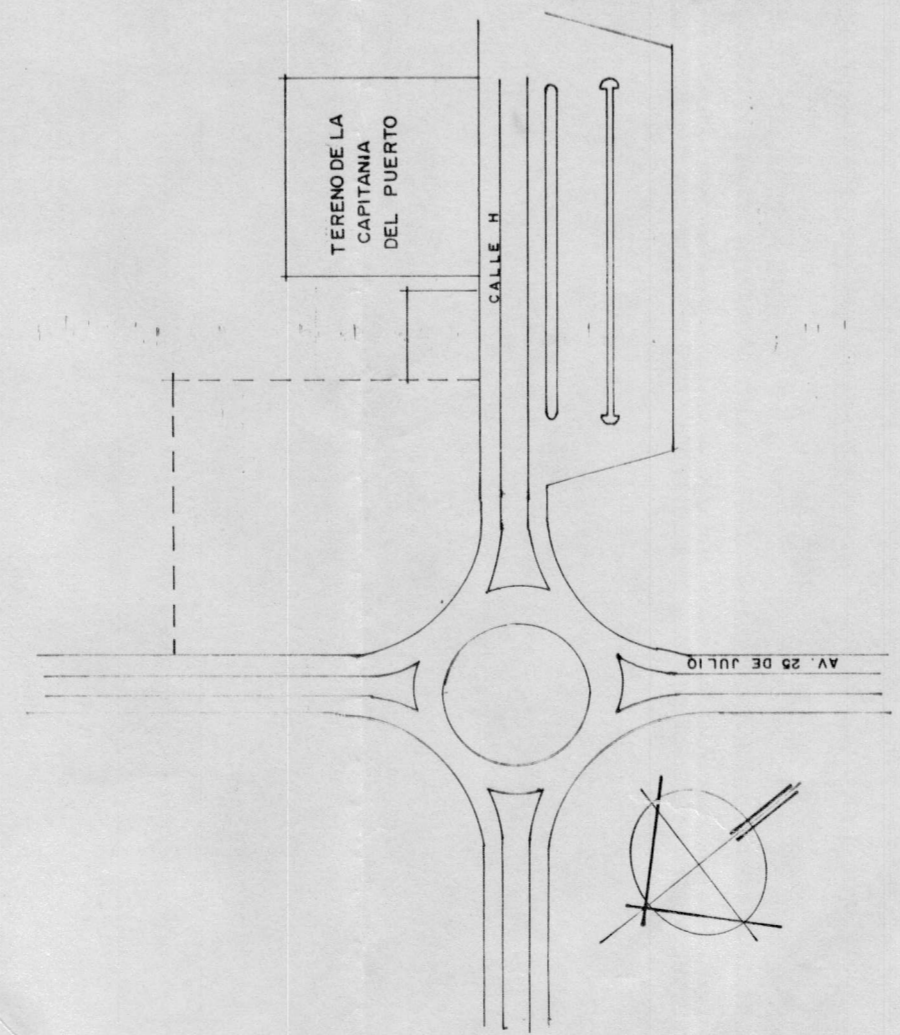
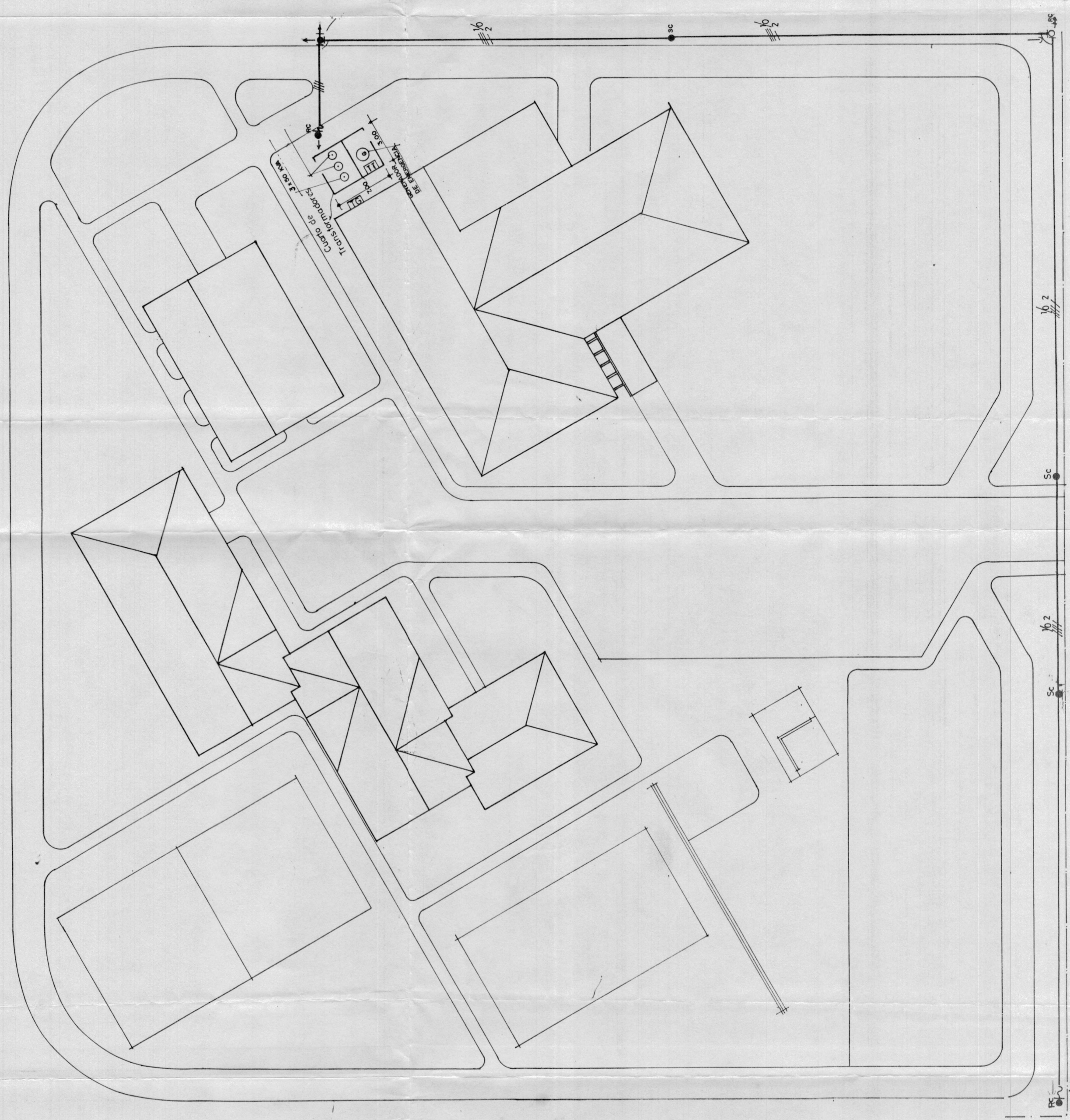
E 2/3

Julio de 1989

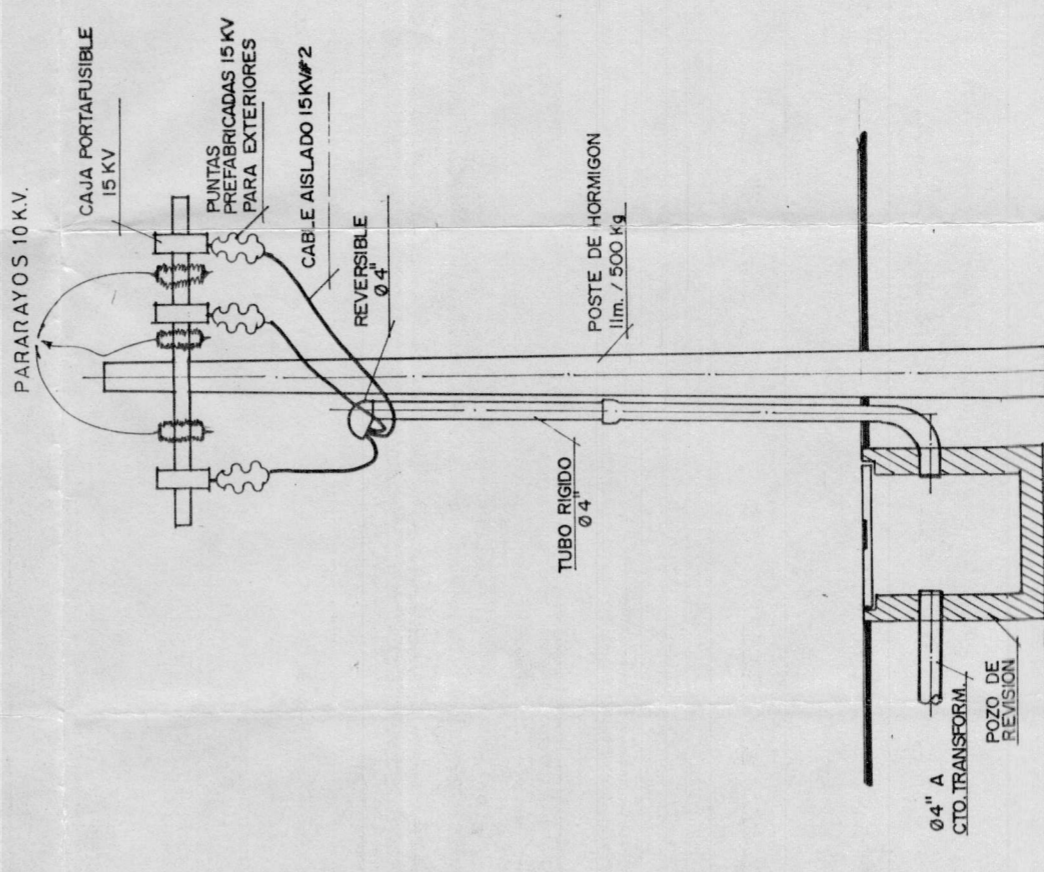


● **simbología**

- POSTE DE 11.00 m EXISTENTE
- " " " CENTRIFUGADO, DE HORMIGÓN A INSTALARSE
- CONDUCTORES DE ALUMINIO DESNUDO 1/0
- CAJA PORTAFUSIBLE 15KV TIPO CUT-AUT
- TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS 13800/120-240V
- GENERADOR DE EMERGENCIA
- TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO
- TABLERO GENERAL
- RC ESTRUCTURA TRIFÁSICA TERMINAL
- SC " " TANGENTE
- TENSOR A TIERRA
- TENSOR DE EMPUJE
- TENSOR FAROL



● **UBICACION**



● **detalle poste junto a cto. de transformadores**

OBRA	
<b>PROYECTO CAPUIL</b> (estudio eléctrico)	
CONTIENE	
<b>ACOMETIDA EN ALTA TENSION 13.8 KV</b> <b>SIMBOLOGIA</b> <b>DETALLE</b>	
DISEÑO	ESCALA
<i>Eduardo Picarra A</i> Eduardo Picarra A	
FECHA	LAMINA
Julio de 1989	<b>E 3/3</b>

El acople de esta línea con la existente será construida por la E.E.E. Puerto CapUIL.

LÍNEA DE 13.8KV DE LA EEE EXISTENTE