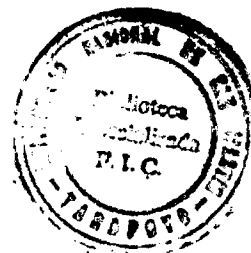
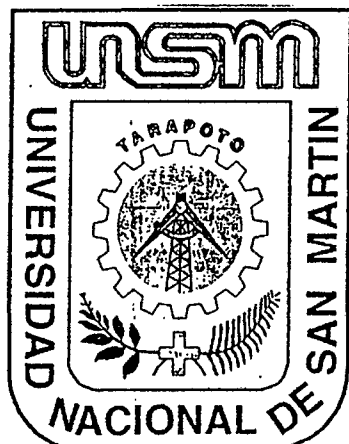


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



*ESTUDIO DE DRENAJE PARA EL*

*AEROPUERTO "JUAN SIMONS VELA"*

*- PROVINCIA DE RIOJA -*

*- DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN -*

**VOL I. MEMORIA DESCRIPTIVA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

***ASTOLFO ROLANDO PAREDES REATEGUI***

**TARAPOTO - PERU**

**1996**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
BIBLIOTECA  
F. I. C.  
INGRESO: 0031

# 0031

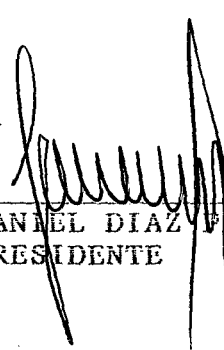
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**TITULO:** ESTUDIO DE DRENAJE PARA EL AEROPUERTO  
"JUAN SIMONS VELA" PROVINCIA DE RIOJA -  
DEPARTAMENTO SAN MARTÍN

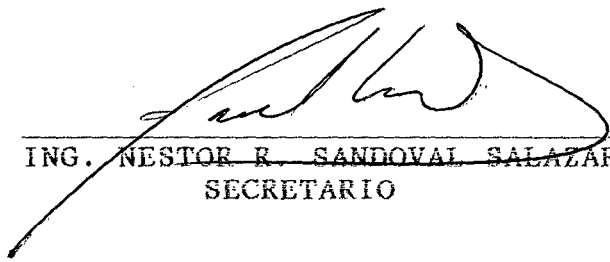
**TESISTA:** ASTOLFO ROLANDO PAREDES REATEGUI

**TESIS SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE  
JURADO**



---

ING. DANIEL DIAZ PEREZ  
PRESIDENTE



---

ING. NESTOR R. SANDOVAL SALAZAR  
SECRETARIO



---

ING. MAXIMO VILCA COTRINA  
VOCAL

---

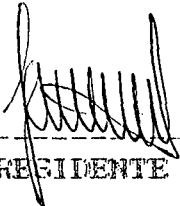
ING. LUIS A. PAREDES ROJAS  
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

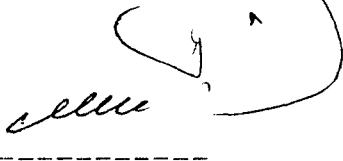
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad de Tarapoto, salones de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de San Martin, siendo las 5.00 p.m. horas del día SÁBADO 01 del mes de JUNIO de 1996 se reunieron los miembros del Jurado de Sustentación de Tesis: ING. DANIEL DIAZ PEREZ como Presidente, ING. NESTOR RAOL SANDOVAL como Secretario, ING. MAXIMO VILCA COTRINA como Vocal, e ING. LUIS PAREDES ROJAS como Asesor(es), con el objeto de escuchar la sustentación y calificar la Tesis intitulada: "ESTUDIO DE DRENAJE PARA EL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELAZO - PROVINCIA DE RIOJA DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN" desarrollado por el (los) Bachiller (es) en Ingenieria Civil, señor(es): ASTOLFO ROLANDO PAREDES RESTEGUI con el fin de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, y dando cumplimiento a lo dispuesto por la Resolución de Decanatura Nº 052-96 UNSM/FIC de fecha 29-05-96 de la Facultad de Ingenieria Civil, de la Universidad Nacional de San Martín.

Escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, se acordó APROBAR y calificarla con la nota de DIEZISETE; en Fe de lo cual se firmó la presente Acta, siendo las 7.40 p.m. horas del mismo día, dando por terminado el acto de sustentación.

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
ASESOR

ASESOR

El Secretario Académico de la Facultad de Ingenieria Civil que suscribe, CERTIFICA la realización del acto de Sustentación.



  
SECRETARIO ACADEMICO FIC

## DEDICATORIA

A mis padres Astolfo y Eliraceth, por el estímulo que siempre me brindaron al estudio, y quienes con su amor y ejemplo supieron encaminar mis más nobles metas y deseos de superación.

A mis hermanos Jorge Luis, Milagro de Jesús, y Lira Janira a quienes agradezco sus consejos y comprensión a lo largo de todo este tiempo.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Luis Paredes Rojas, por su asesoramiento en este estudio de investigación, apoyo desinteresado y por su valiosa enseñanza impartida durante el desarrollo de la presente tesis.

Así mismo, expreso mi agradecimiento a todas aquellas personas que en forma directa o indirectamente han intervenido en el desarrollo de este trabajo y que gracias al apoyo incondicional que me han brindado ha sido posible llevarla a cabo, recayendo en forma especial para los profesionales Dr. Jorge E. Alva Hurtado, Ing. José N. De Pierola C.

De manera especial mi agradecimiento al Prof. Victor Raúl Haya Morí, para quien ayudar y servir a un pueblo hermano va más allá de una cuestión de fronteras e ideologías logró firmar un convenio entre la Municipalidad de Rioja y la Universidad Nacional de Ingeniería con el único objeto de hacer realidad el estudio de drenaje para el aeropuerto de Rioja " Juan Simons Vela"

De la mismo modo, agradezco el apoyo brindado por las diferentes instituciones a donde se recurrió para las diferentes trabajos requeridos en el presente estudio.

Un agradecimiento especial para los Ings. Luis Lara, Alfredo Mansen, Elsa Minaya, David Vásquez, y al técnico Julio Olavarría por su valiosa colaboración en los diferentes trabajos de laboratorio, gabinete y campo de las diversas etapas de esta presente investigación.

## RESUMEN

El Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Aeropuerto de Rioja "Juan Simons Vela", formulado en 1990 por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Transporte Aéreo, Indicó como elemento sustantivo del Desarrollo del Proyecto el Estudio de Drenaje del área comprometida para dicho fin.

El año de 1994 en el mes de Abril, la Municipalidad Provincial de Rioja, firmó un convenio de Cooperación con la Universidad Nacional de Ingeniería a través del UNITEC C&T; con el objeto específico de la realización de estos estudios por parte de la Facultad de Ingeniería Civil, mediante la participación del Departamento de Hidráulica e Hidrología y el Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID).

El presente estudio se ha formulado a nivel definitivo y ha permitido obtener el Expediente Técnico que servirá junto a la actualización del Expediente antes mencionado, la materialización del Mejoramiento y Ampliación de dicho Aeropuerto.

Se abordó el aspecto de drenaje superficial mediante drenes principales, los cuales alcanzan 6.35 km. y un sistema de drenaje sub-superficial con 7.35 km.

Se implementarán también dos alcantarillas nuevas; una transversal (progresiva [2+070]) y una longitudinal entre las progresivas [0-370] y [0-520]. Además de una alcantarilla a reemplazar en el extremo Nor-Oeste sobre la carretera Marginal que servirá como punto de control del sistema en este sector.

La alcantarilla existente en la progresiva [0+820] correspondiente al paso de la Quebrada de Trancayacu que será rehabilitada y mejorada.

El área correspondiente al tramo entre las progresivas [0-300] a [0-500] requerirá de un sistema de sub-drenes interceptores de  $\emptyset = 4"$  para el control del nivel freático máximo; al igual que en el sector Sur entre las progresivas [2+000] y [2+160].

Los drenes en su mayoría serán con mampostería para evitar el efecto de retención que genera la intensa vegetación, además de permitir una más rápida evacuación al incrementarse la capacidad y por ende la velocidad.

El costo del sistema de drenaje alcanza la suma de \$1'540,383.00 (UN MILLÓN QUINIENTOS CUARENTA MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES, DÓLARES AMERICANOS). Considerando como costo directo \$1'044,328.00 (UN MILLÓN CUARENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS VEINTIOCHO, DÓLARES AMERICANOS); al cambio de S/.2.25 Nuevos Soles por Dolar Americano al 31-08-95.

Para la ejecución de los trabajos es preciso afectar aproximadamente 22 Has. de propiedades en el sector Sur de Ampliación, que hallan dedicadas a la agricultura con sembríos de arroz, lo que genera un nivel freático elevado.

Se ha considerado con especial cuidado el impacto que el drenaje superficial de la ciudad de Rioja tiene sobre el área del Proyecto.

**Astolfo Rolando Paredes Reátegui**

**Autor**



# ÍNDICE

## VOL. I.- MEMORIA DESCRIPTIVA

### CAPITULO I : INTRODUCCIÓN .....1

#### I.1.0.0.- ASPECTOS GENERALES - ZONA DE ESTUDIOS .....4

##### I.1.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....4

##### I.1.2.- CLIMA .....5

##### I.1.3.- INFLUENCIA DEL AEROPUERTO .....7

##### I.1.4.- MARCO SOCIO-ECONÓMICO .....7

##### I.1.5.- MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....8

#### I.2.0.- OBJETIVOS .....10

### CAPITULO II: ANTECEDENTES-REVISIÓN DE LITERATURA

#### II.1.0.0.- ANTECEDENTES .....10

##### II.1.1.- RESEÑA HISTÓRICA DEL AEROPUERTO .....11

##### II.1.2.- SOBRE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO.....13

##### II.1.3.- SOBRE ESTUDIO DE DRENAJE .....21

#### II.2.0.0.- DESCRIPCIÓN .....22

#### II.3.0.0.- FORMULACION GENERAL DEL PROYECTO .....24

#### II.4.0.0.- SISTEMAS DE DRENAJE .....27

##### II.4.1.0.0.- TIPOS DE DRENAJE .....27

##### II.4.1.1.0.- DRENAJE SUPERFICIAL .....28

##### II.4.1.2.0.- DRENAJE SUBSUPERFICIAL .....28

II.4.1.2.1.- MÉTODOS DE SUBDRENAJE .....	30
II.4.2.0.0.- DRENAJE DE AEROPUERTOS, VÍAS DE TRANSPORTE .....	34
II.4.2.1.0.- DRENAJES DE AEROPUERTOS .....	34
II.4.2.2.0.- DRENAJE EN VÍAS DE TRANSPORTE .....	35
II.4.2.2.1.- DRENAJE EN CAMINOS .....	36
II.4.2.2.2.- DRENAJE EN VÍAS FÉRREAS .....	37
II.5.0.- SISTEMA DE DRENAJE DEL AEROPUERTO "JUAN SIMONS VELA" - PROV. DE RIOJA .....	37
II.5.1.0.0.- INFORMACIÓN BÁSICA .....	38
II.5.1.1.0.- INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA .....	38
II.5.1.1.1.- INFORMACIÓN EXISTENTE .....	39
II.5.1.1.2.- INFORMACIÓN DE CAMPO .....	39
II.5.1.1.3.- EVALUACIÓN AEROFOTOGRAMETRICA .....	40
II.5.2.0.0.- PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE ..	40

## CAPITULO III: MATERIALES - FORMULACION TÉCNICA

III.1.0.- ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA .....	43
III.1.1.0.0.0.- SUELOS Y GEOTECNIA .....	43
III.1.1.1.0.0.- GENERALIDADES .....	43
III.1.1.2.0.0.- CONCEPTOS BÁSICOS .....	44
III.1.1.2.1.0.- GRANULOMETRIA .....	44
III.1.1.2.2.0.- TEXTURA .....	46
III.1.1.2.3.0.- DENSIDAD DEL SUELO .....	46
III.1.1.2.4.0.- CONTENIDO DE HUMEDAD .....	47
III.1.1.2.5.0.- CONSISTENCIA .....	48

III.1.1.2.6.0.- PLASTICIDAD .....	48
III.1.1.2.7.0.- PERMEABILIDAD .....	49
III.1.1.2.8.0.- COMPRESIBILIDAD .....	51
III.1.1.2.9.0.- RESISTENCIA AL ESFUERZO .....	53
III.1.1.3.0.0.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS. .....	53
III.1.1.4.0.0.- PROGRAMA DE EXPLORACIÓN DE CAMPO ..	54
III.1.1.4.1.0.- RECONOCIMIENTO .....	54
III.1.1.4.2.0.- INVESTIGACIÓN PRELIMINAR .....	55
III.1.1.4.2.1.- EJECUCIÓN DE CALICATAS .....	55
III.1.1.4.2.2.- EJECUCIÓN DE POSTEADORAS MANUALES ..	57
III.1.1.4.2.3.- ENSAYOS DE PENETRACION TIPO CONO HOLANDES .....	59
III.1.1.5.0.0.- EXPLORACIÓN DE TALUDES .....	78
III.1.1.6.0.0.- EXPLORACIÓN "ZONA DEL TRAGADERO" ...	79
III.1.1.7.0.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO .....	79
III.1.1.7.1.0.- ENSAYOS ESTÁNDAR .....	79
III.1.1.7.2.0.- ENSAYOS ESPECIALES .....	80
III.1.1.8.0.0.- CAPACIDAD PORTANTE .....	80
III.1.1.9.0.0.- REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO ..	80
III.1.1.10.0.0- PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS GEOTECNIAS .....	81
III.1.1.10.1.0- TIPOS DE SUELOS EXISTENTES Y PROPIEDADES ESTÁNDAR .....	81
III.1.2.0.0.0.- HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGIA .....	90
III.1.2.1.0.0.- HIDROLOGÍA SUPERFICIAL .....	90
III.1.2.2.0.0.- HIDROLOGÍA SUB-SUPERFICIAL .....	101

III.1.2.2.1.0.- TRABAJO DE CAMPO E INFORME EXISTENTE	101
III.1.2.2.2.0.- COMPORTAMIENTO DEL FLUJO SU-SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO .....	106
III.2.0.- ALTERNATIVAS DE DRENAJE .....	107
III.3.0.- SOLUCIÓN PROPUESTA .....	109

## **CAPITULO IV: MÉTODOS - INGENIERÍA DEL PROYECTO**

IV.1.0.- SOBRE DRENAJE SUPERFICIAL Y SUB-SUPERFICIAL ..	111
IV.1.1.- DRENAJE SUPERFICIAL .....	111
IV.1.2.- DRENAJE SUB-SUPERFICIAL .....	112
IV.2.0.- COMPONENTES DEL SISTEMA .....	113
IV.2.1.0.0.- ESTRUCTURAS PRINCIPALES .....	113
IV.2.1.1.0.- DRENES PRINCIPALES LONGITUDINALES .	115
IV.2.1.2.0.- DRENES PRINCIPALES TRANSVERSALES .	116
IV.2.2.0.0.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PRINCIPALES	116
IV.2.2.1.0.- DRENES PRINCIPALES SUPERFICIALES .	116
IV.2.2.2.0.- DRENES LATERALES Y PARCELARIOS .....	117
IV.2.2.3.0.- SUB-DRENES COLECTORES .....	120
IV.2.2.4.0.- ESTRUCTURAS ESPECIALES .....	125
IV.2.2.4.1.- ALCANTARILLAS .....	125
IV.2.2.4.2.- ESTRUCTURAS DE ENTREGA .....	128
IV.2.2.4.3.- ENROCADOS DE PROTECCIÓN .....	129
IV.3.0.- SOBRE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y DE CONSTRUCCIÓN .....	130
IV.3.1.0.0.- OBRAS PROVISIONALES, TRAZOS, REPLANTEO Y MOVILIZACIÓN A LA OBRA .....	130

IV.3.1.1.0.- MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	130
IV.3.1.2.0.- LIMPIEZA DE CAUCES CON MAQUINA	131
IV.3.1.3.0.- DESVIÓ DE CAUCES Y MANTENIMIENTO DEL TERRENO DURANTE LA OBRA	132
IV.3.1.4.0.- TRAZO Y REPLANTEO GENERAL DEL PROYECTO	133
IV.3.2.0.0.- MOVIMIENTOS DE TIERRA	134
IV.3.2.1.0.- EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA	134
IV.3.2.2.0.- EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	135
IV.3.2.3.0.- RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL DRENANTE	138
IV.3.2.4.0.- RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL SUELTO	140
IV.3.2.5.0.- ELIMINACIÓN DE DESMONTE	141
IV.3.3.0.0.- MAMPOSTERÍA DE PIEDRA	142
IV.3.4.0.0.- TERRAPLÉN	143
IV.3.5.0.0.- ENROCADO	144
IV.3.6.0.0.- TUBERÍA DE CONDUCCIÓN Y DRENAJE	145
IV.3.7.0.0.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	150
IV.3.8.0.0.- CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND	152
IV.3.9.0.0.- ACERO DE REFUERZO	165
IV.3.10.0.0- CUNETAS	168
IV.3.10.1.0- PERFILADO Y COMPACTADO PARA CUNETAS REVESTIDAS	168
IV.3.10.2.0- JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y DILATACIÓN DE CUNETAS REVESTIDAS	169
IV.3.10.3.0- ENTREGA DE CUNETAS	170
IV.3.11.0.0- REJILLA	170

IV.3.11.1.0-	REJILLA PARA CUNETAS	170
IV.3.11.2.0-	REJILLA PARA BUZÓN	170
IV.3.11.3.0-	MALLA DE SEGURIDAD PARA SALIDA DE DUCTOS DE ENTREGA	170
IV.3.12.0.0-	ALCANTARILLAS	171
IV.3.13.0.0-	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	176
IV.3.14.0.0-	DEMOLICIÓN Y ELIMINACIÓN DE CABEZALES	176
IV.3.15.0.0-	REMOCIÓN DE ALCANTARILLAS	177
IV.3.16.0.0-	REMODELACIÓN DE ALCANTARILLAS	179
IV.3.17.0.0-	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	180
IV.3.18.0.0-	GEOTEXTIL	181
IV.3.19.0.0-	EXPROPIACIÓN DE TERRENO	182
IV.3.20.0.0-	ESTRUCTURAS DE ENTREGA	183
<b>IV.4.0.-</b>	<b>METRADOS, COSTOS Y PRESUPUESTOS</b>	<b>183</b>
IV.4.1.0.-	PRESUPUESTO GENERAL TOTAL DIRECTO	184
IV.4.2.0.-	PRESUPUESTO POR PARTIDA	186
IV.4.2.1.-	OBRAS PROVISIONALES	186
IV.4.2.2.-	MOVIMIENTO DE TIERRA	186
IV.4.2.3.-	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA	187
IV.4.2.4.-	CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLÉN	187
IV.4.2.5.-	ENROCADO DE PROTECCIÓN	187
IV.4.2.6.-	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN Y DRENAJE	188
IV.4.2.7.-	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	188
IV.4.2.8.-	CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND	188
IV.4.2.9.-	ACERO DE REFUERZO	189
IV.4.2.10.-	REJILLA	189

IV.4.2.11.- ALCANTARILLA TMC .....	189
IV.4.2.12.- LIMPIEZA DE ALCANTARILLA .....	190
IV.4.2.13.- DEMOLICIÓN Y ELIMINACIÓN DE CABEZALES ..	190
IV.4.2.14.- REMOCIÓN DE ALCANTARILLA .....	190
IV.4.2.15.- GEOTEXTIL .....	190
IV.4.2.16.- EXPROPIACIÓN DE TERRENO .....	190

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V.1.0.- CONCLUSIONES .....	191
V.2.0.- RECOMENDACIONES .....	193
V.2.1.- MEDIDAS DE CONTROL .....	193
V.2.2.- MEDIDAS DE EJECUCIÓN .....	194
V.2.3.- OTROS .....	195
BIBLIOGRAFÍA .....	197

## VOL. II.- ANEXOS

S.- SUELOS Y GEOTECNIA.....	201
H.- HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGIA.....	342
A.- ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS.....	380
P.- METRADOS, COSTOS Y PRESUPUESTOS.....	399
C.- CRONOGRAMA .....	403
F.- FOTOGRAFÍAS.....	405

**VOL. III**  
**PLANOS**

<b>PAG.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DENOMINACIÓN DE LAMINA</b>
1.-	Ubicación General (Vol. I)	U-1
2.-	Ubicación de Canteras (Vol. I)	U-2
3.-	General a Curvas de Nivel	R-1
4.-	Planimetría:	
	Zona Norte	P-1
	Zona Sur	P-2
5.-	Sondajes	S-1
6.-	Estratigrafía	E-1
7.-	Isoprofundidad	I-1
8.-	Hidrología	H-1
9.-	Sistema General de Drenaje:	
	Drenaje (Zona Norte)	D-1
	Drenaje (Zona Sur)	D-2
10.-	Drenes Principales Superficiales:	
	Drenes DP-1, DP-2, DP-5, y DP-6	DP-1
	Drenes DP-3, y DP-4	DP-2
	Drenes DP-7, DP-8, DP-9, y DP-10	DP-3
11.-	Drenaje de Pista de Rodamiento	DPR
12.-	Drenaje Complementario	DC
13.-	Sub-Drenaje y Colectores	SD-C
14.-	Detalles de Drenaje	DD
15.-	Estructuras de Drenaje	ED
16.-	<i>Acta de Sustentación</i>	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS " ESTUDIO DE DRENAJE PARA EL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA -  
PROVINCIA DE RIOJA "

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

Cuando se proyecta un aeropuerto siempre se relaciona con los diseños y la construcción de una amplia variedad de sistemas que se involucran para el normal desarrollo de funcionamiento. El funcionamiento de Operar eficientemente de los aeropuertos en cualquier época del año tiene que estar ligado al estudio y/o el desarrollo del proyecto donde no solo debe contar con un adecuado planteamiento económico, y/o con una buena nivelación, y/o pavimento; sino también debe contar con un buen diseño del sistema de drenaje que permita eliminar las aguas de las lluvias y controlar las aguas subterráneas con obras de encauzamiento y protección de todos los sistemas existentes.

Es preciso mencionar que un buen drenaje mejora el servicio y garantiza mejores utilidades en un aeropuerto, un buen drenaje proporciona mayor seguridad debido a que mantiene una subrasante firme y seca, tampoco permite la formación de charcos en la pista y de esta manera evita el aterrizaje de las aeronaves sobre estos, ya que un suelo bien drenado ofrece un soporte más uniforme para las pistas y las cargas directas de las ruedas.

El presente Proyecto tiene por objeto, llevar a cabo el Estudio de Drenaje del Aeropuerto "Juan Simons Vela" en la provincia de Rioja; que permita el Mejoramiento y Ampliación de éste, de modo de servir al tráfico aéreo en forma segura y rebajando en forma sensible los costos de mantenimiento.

El Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Aeropuerto "Juan Simons Vela" - Provincia de Rioja, formulado en 1990 por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Transporte Aéreo, recomendó como elemento sustantivo del desarrollo del Proyecto, el Estudio de Drenaje del área comprometida con la ampliación.

El año de 1994 en el mes de Abril la Municipalidad Provincial de Rioja, firmó un contrato de Cooperación con la Universidad Nacional de Ingeniería a través de UNITEC C&T; con el objeto específico de la realización de estos estudios por parte de la Facultad de Ingeniería Civil, mediante la participación del Departamento de Hidráulica e Hidrología y el Centro Peruano-Japonés de Investigaciones y Mitigación de Desastres (CISMID).

El presente estudio se ha formulado a Nivel Definitivo y ha permitido obtener un Expediente Técnico actualizado que servirá junto a los Estudios de Tráfico Aéreo, y Pavimento, la materialización de la Ampliación prevista. Se abordó, en la presente tesis el estudio de drenaje desde el punto de vista superficial y sub-superficial.

El drenaje superficial como puede apreciarse en el plano de drenaje se logra a través de la construcción de 6.35 km. de drenes abiertos a ambos márgenes de la vía a una distancia aproximada del eje de la vía de 75.00 m (perímetro del aeropuerto), con sección trapezoidal de talud 1:1.5 y de base entre 1.5 y 3.0 m. Además se ha diseñado el drenaje longitudinal que va paralelo a 30.00 m. de ambos lados del eje de la vía (al borde de las bermas de seguridad) y consta de 5.435 km. que son cunetas revestidas de sección rectangular de 30 cm. de ancho y profundidad que varía desde 40 a 50 cm. las que entregan a sus buzones respectivos descargando a través de tuberías de concreto de  $\varnothing=12"$  como drenes conductores (enterrados) hasta los drenes principales. Como se trata de un aeropuerto de 2do orden, es indispensable las rejillas en toda la longitud de dichas cunetas que son unidades de platina con dimensiones de 0.35 x 0.80m. cada uno.

El drenaje sub-superficial como se puede apreciar en el plano de sub-drenaje consta de drenes interceptores y colectores, los

primeros ( Tubos de PVC de  $\varnothing=4"$  perforados) están ubicados en la zona de ampliación, Sector Norte: km. [0-300] al km. [0-560], Sector Sur: km. [1+900] al km. [2+168]. Los segundos se ubican paralelos y a 40.00 m. a cada lado del eje de la vía (en la franja de seguridad), con una longitud de 7.35 km.; constan de tubos de PVC de  $\varnothing=8"$  perforados y cubiertos con una fibra denominada geotextil, colocados en zanjas de profundidad variable de 1.20m a 1.50m., rellena, con material filtrante. Lo que busca este sistema es mantener el nivel freático en 1.00 - 1.50 m. por debajo de la rasante, lo cual asegura la vida útil del pavimento.

Se implementarán tres alcantarillas nuevas, una de ellas ubicada en el km. [2+070] transversal a la vía, que será de tipo abovedada de 3.41 x 2.12 m. y su función será evacuar las aguas provenientes del dren lateral # 18 del Sistema de Irrigación de Yorongos, zonas aledañas y del Dren Principal #1, los cuales son controlados por un dique de tierra transversal ubicado en el km. [2+140]. Este Dique estará constituido por material de la zona con una longitud aproximada de 80.00 a 100.00 m., y una altura de 3.00 m., y en él se ubicará un aliviadero de 1.50 x 0.80 m. cuya función es evacuar las aguas en épocas de crecientes.

Se ubicará una alcantarilla longitudinal al lado Oeste de la vía entre los km.[0-370] y el km.[0-520] en el Dren Principal # 3, debido a que este dren cruzará el terraplén en la zona de volteo que será del tipo abovedada de iguales dimensiones a la anterior.

La alcantarilla existente TMC de  $\varnothing=48"$  ubicada en la carretera marginal será modificada disminuyendo la cota en 0.50 m. y será reemplazada por una del tipo abovedada de 12.00m. de longitud con dimensiones iguales a las anteriores.

En la zona de cauce de la quebrada Trancayacu, existe una alcantarilla de dos "ojos" de  $\varnothing=60"$  c/u. uno de los cuales se removerá 10.00 m. por el mal estado en que se encuentra y se reemplazará con una TMC circular del mismo diámetro.

En el sector Sur (zona arrocera), se ha diseñado un sistema de drenaje complementario tipo "espina de pescado", ello para definir la napa freática que actualmente se encuentra alta y con

esto se mejorará la cimentación del terraplén de la ampliación.

Se propone además que en una área (Sector Sur) de aproximadamente 22 Has. sea expropiada para desarrollar el drenaje descrito líneas arriba. Esta zona drenará hacia la trocha carrozable que va hacia el río Tonchima, así mismo se propone una alcantarilla TMC de  $\varnothing=60''$ , para la entrega hacia la quebrada de "Rumiyacu" y a su vez al río Tonchima.

La mampostería de piedra se utilizará en el revestimiento de los drenes principales (6.356 km.). El motivo por el cual se asumió este tipo de revestimiento esta relacionado al hecho de evitar que los drenes sean rápidamente ganados por la maleza (arbustos), lo que disminuiría su capacidad de conducción.

Se estima que el tiempo de ejecución de este Proyecto será de 3.5 meses lo que no puede efectuarse en forma simultanea al desarrollo del proceso constructivo de la pista del aeropuerto.

Se ha tratado con especial énfasis el impacto ambiental que genera el drenaje superficial de la ciudad de Rioja sobre el área del Proyecto.

#### **I.1.0.- ASPECTOS GENERALES - ZONA DE ESTUDIO**

##### **I.1.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA.**

La ciudad de RIOJA está situada en la Región San Martín, provincia de RIOJA, Distrito de Rioja, con una Altitud de 840.00 m.s.n.m. y teniendo como coordenadas  $6^{\circ}23'$  -  $6^{\circ}15'$ . Latitud Sur, y con meridianos  $77^{\circ}10'$  -  $77^{\circ}20'$  Longitud Oeste de Greenwich. Está ubicada en la parte Nor-Oriental del Perú, en la cuenca alta del Río Mayo (valle denominado Alto Mayo), valle fértil de ceja de selva.

La localización del aeropuerto está en la parte baja de la ciudad con una orientación de  $160^{\circ}/340^{\circ}$  Sur-oeste - Nor-Este respectivamente, con una Altitud de 826.00 m.s.n.m. teniendo como coordenada  $06^{\circ}03'S$ , y como meridiano  $77^{\circ}09'W$ . ubicada a 5 minutos

desde el centro de la ciudad y a 3 Km. de la carretera marginal aproximadamente a la altura del Km. 480 (Olmos-Rioja-Tarapoto).

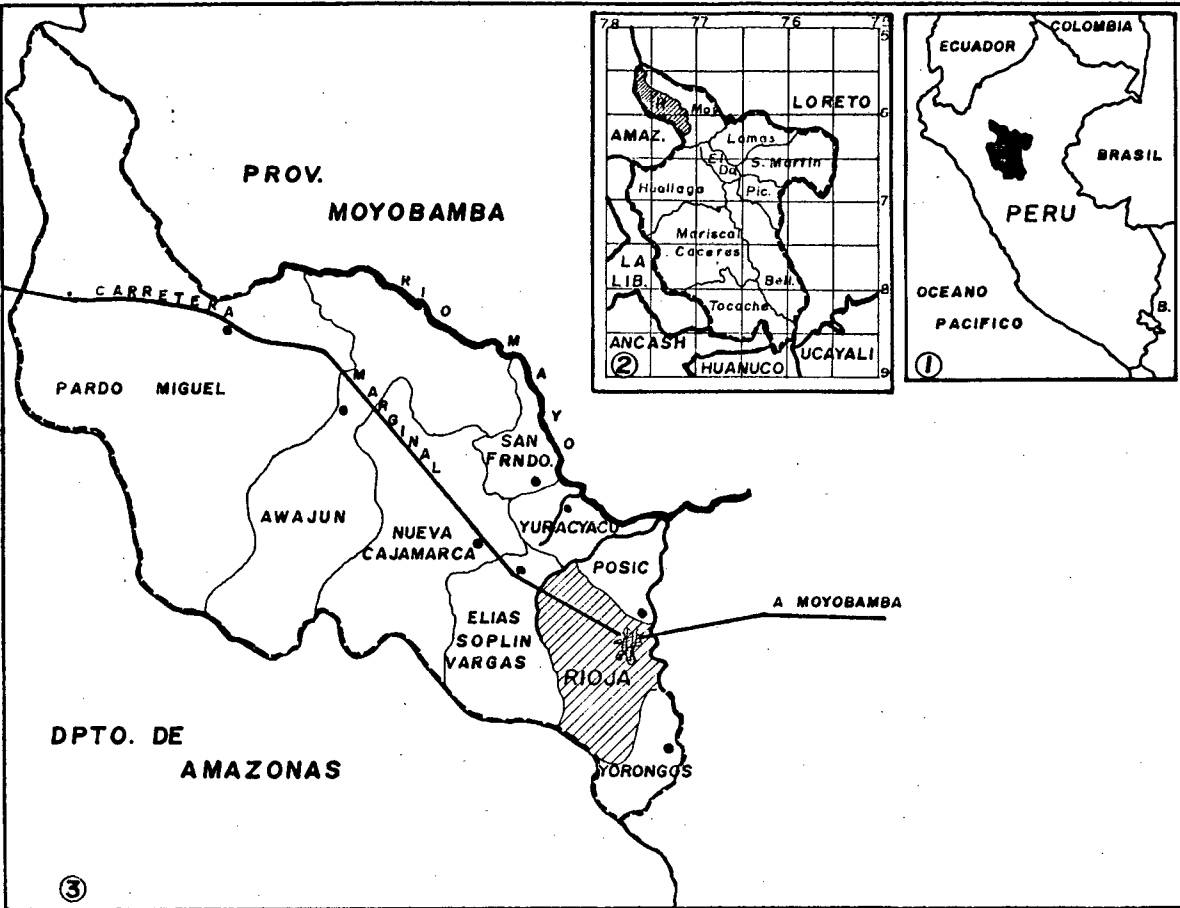
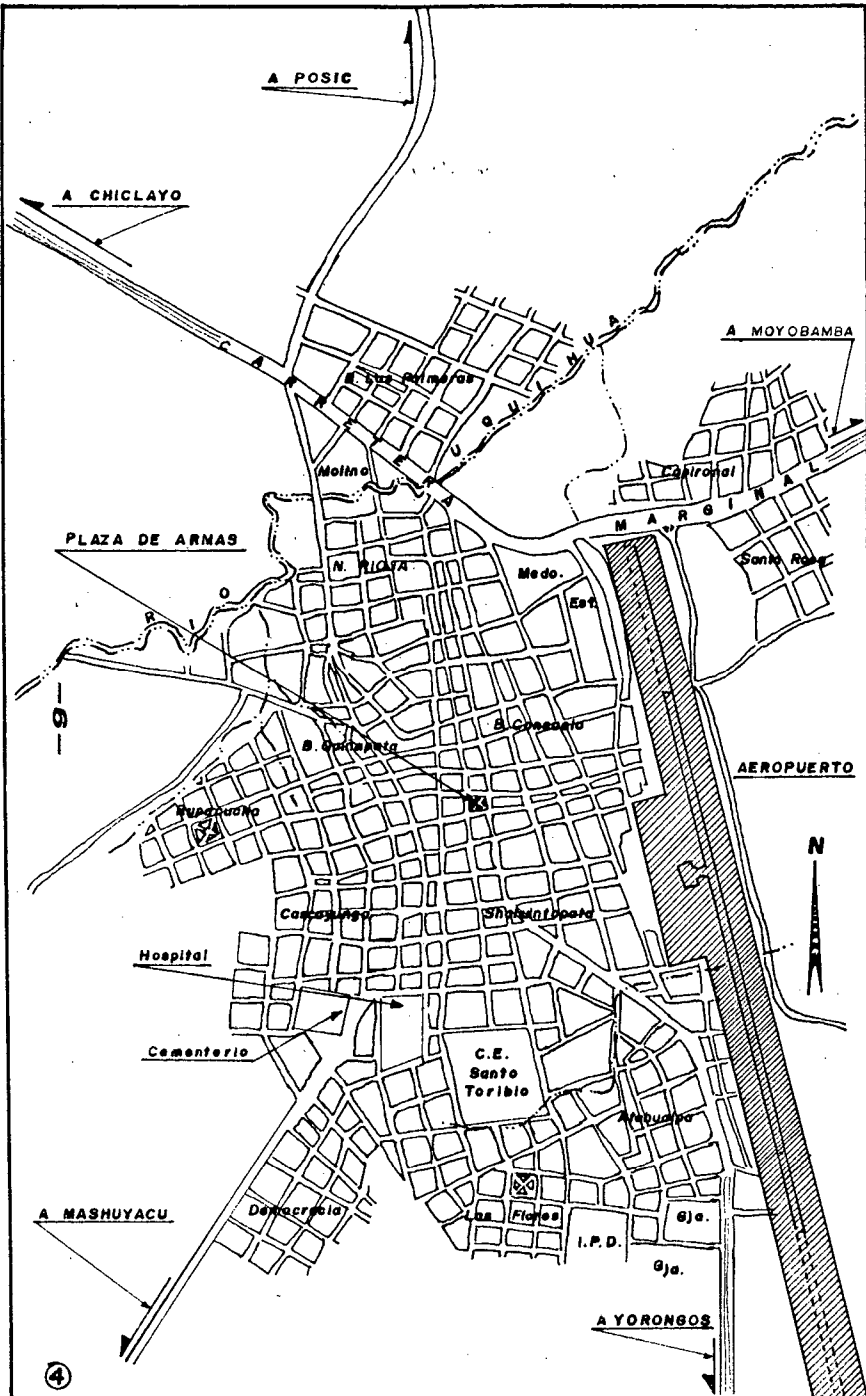
Todo el área está entre los Valles del Río Tonchima y del Río Uquihua que son afluentes de la red hidrográfica que nacen en la cordillera oriental de los Andes - margen izquierda.

Las áreas de influencia colindantes con el aeropuerto son las siguientes: Al Nor-Oeste esta la zona urbana, comprendida entre los barrios de Consuelo, parte de los barrios de Shahuinto-pata, y Cascayunga. Al Sur-Oeste los sectores de Atahualpa, Las Flores, Democracia, también parte de los barrios de Shahuinto-pata, Cascayunga, y zonas rurales en su mayoría comprendida entre la carretera hacia la Laguna de Mashuyacu y el Canal de Irrigación Yorongos; más al Sur la Quebrada de Rumiyaçu, el cual no presenta influencia en la zona de ampliación del aeropuerto; al Nor-Este los sectores de Santa Rosa de Enace, Capironal, como también zonas rurales; al Sur-Este zonas de cultivo de arroz y zonas de aguajales, con presencia de una Laguna muy cercana a la pista del aeropuerto a la altura de la progresiva [1+800], la cual se mantiene por el escurrimiento de aguas subsuperficiales existentes. (ver lamina U-1) página siguiente.

#### I.1.2.- CLIMA.

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), ésta zona está clasificada como sub-tropical, semi-húmeda. La temperatura varía entre un máximo de 27.6°C. y un mínimo de 17.4°C. teniendo como promedio 22.5°C. presentándose las mínimas entre los meses de Junio-Setiembre y los máximos entre los meses de Noviembre-Marzo. La precipitación promedio anual es de 1532.7 mm/a. teniendo como meses más secos entre Junio - Agosto, presentándose dos épocas bien marcadas de lluvias; la de mayor precipitación Febrero-Abril y la otra de menor escala entre los meses de Octubre-Diciembre.

En tanto los vientos se desplazan hacia el Norte para los meses secos y para los meses lluviosos del Este y Nor-Este con vientos ocasionales; de corta duración y de moderados en intensidad



- 1. Region SAN MARTIN en el PERU
- 2. Prov. RIOJA en Region SAN MARTIN
- 3. Dato. RIOJA en Prov. de RIOJA
- 4. Zona del AEROPUERTO en la ciudad de RIOJA

PLANO: <b>UBICACION GENERAL</b>	LAMINA: <b>U-1</b>
DISEÑO: <b>A. Rolando Paredes R.</b>	

que siempre preceden a los aguaceros; estos vientos varían de una velocidad máxima de 7.2 Km/h. a una mínima de 3.9 Km/h, teniendo una velocidad promedio de 5.55 Km/h. Las condiciones meteorológicas existentes en la zona, hacen de los meses de Abril a Setiembre los más adecuados para explotar las canteras y el desarrollo del proceso constructivo de la obra.

### I.1.3.- INFLUENCIA DEL AEROPUERTO.

El área de influencia de este aeropuerto abarca las provincias de Rioja, Moyobamba, parte de la provincia de Lamas en la Región de San Martín; así como también parte del Departamento de Amazonas; como área aproximada.

La población en esta parte del Perú tiene un crecimiento tal como se puede ver en la siguiente tabla:

CIUDAD	1993	1995	2000	2010	2020
Rioja	69,231	77,169	101,227	174,181	299,714
Moyob.	68,730	73,458	86,751	120,989	168,736

Estas provincias tienen una tasa de crecimiento porcentual de 5.58% y 3.34% respectivamente.

El aeropuerto más cercano está ubicado en la ciudad de Tarapoto a una distancia de 135 Km.

### I.1.4.- MARCO SOCIO-ECONÓMICO.

La población asentada en la zona está conformada por habitantes del mismo lugar y por migrantes que en su mayoría son de la parte norte de la costa y de la Sierra (Departamentos de: Amazonas, Cajamarca, La Libertad, Lambayeque, Piura, Tumbes, Etc.).

Como en todo lugar la población esta dividida en: Población Urbana que mayormente se dedica al comercio local y servicios, teniendo poca escala en lo que respecta al empleo-publico; la otra parte de la población es la rural dedicada a la Agricultura (Arroz,

Maíz, Café, Yuca, Etc.), y, en menor escala a la ganadería. Existen pequeñas industrias como aserraderos, carpinterías metálicas, carpinterías de madera, etc.

Hacemos mención que las poblaciones que están en la zona del Alto Mayo cuentan con un buen servicio de Energía Eléctrica; suministrada por la Hidroeléctrica del Gera diseñada para una generación de 5.2 MW. Destacándose también esta zona por ser potencialmente turística (comunidades nativas, ecosistemas, canotaje, bosques de protección, etc.)

#### I.1.5.- MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Para conformar las obras de mejoramiento y ampliación se cuenta con el estudio de materiales de construcción (canteras) como se indica en la lamina U-2.

Se han definido las canteras que se describen a continuación con indicación del acceso, potencia, uso y tratamiento, como sigue:

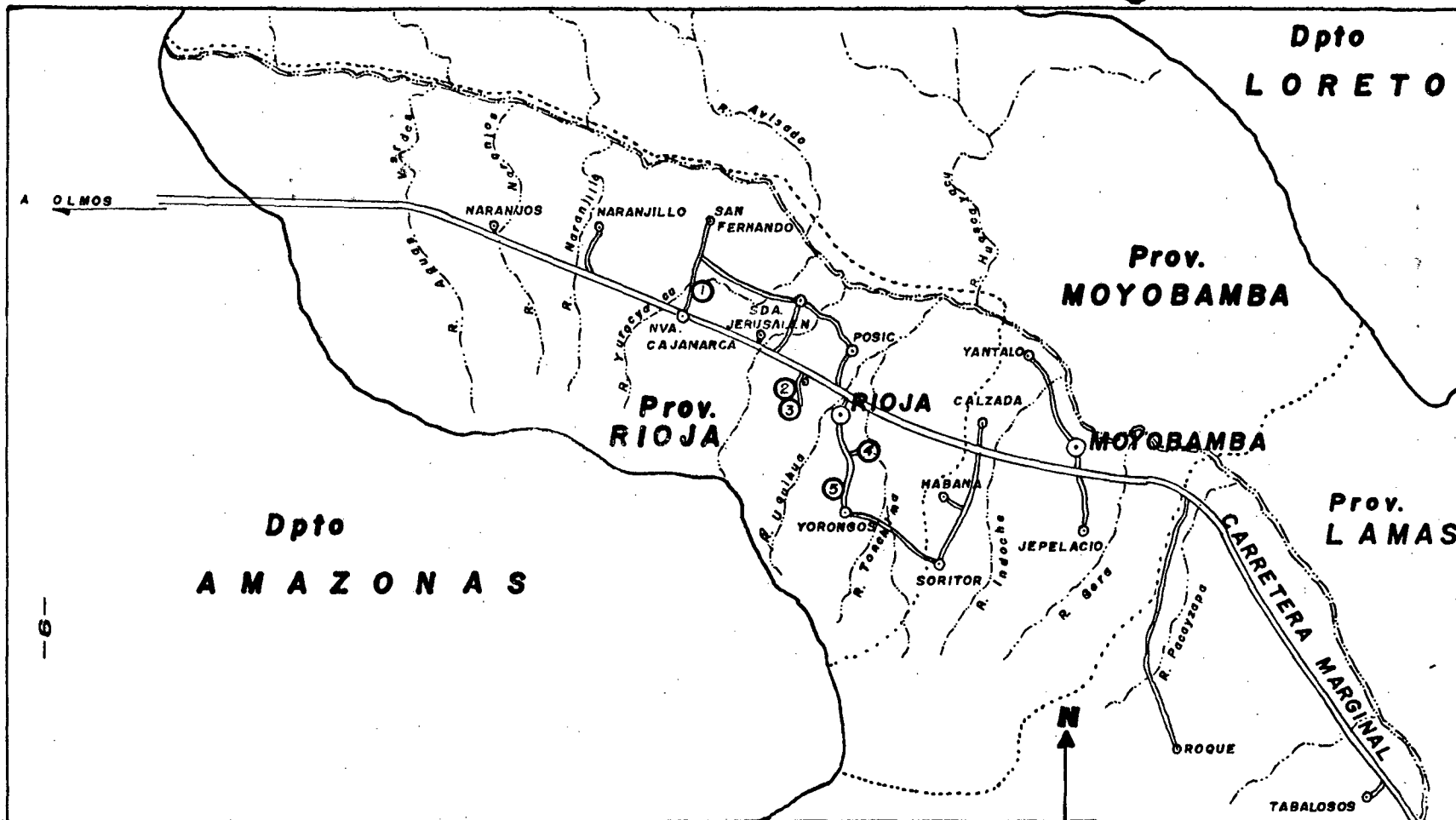
**UCRANIA.** (Río Yuracyacu) a 23.2 km. del aeropuerto, en la carretera Olmos - Nueva Cajamarca - Rioja (Marg. de la Selva), para ser usado en Mezclas Asfálticas, Mezclas con cemento Portland, Base Granular y/o Sub-base Granular, con una potencia ilimitada.

**CANTERA ROMERO.**- A 10.2 km. del aeropuerto en la carretera Olmos - Nueva Cajamarca - Rioja (Marg. de la Selva), para su uso en rellenos, terraplenes, etc., con una potencia ilimitada.

**MONTE ALEGRE.**- (Río Tonchima) a 4.00 km. del aeropuerto, en la carretera Rioja - Yorongos - Nuevo Tabalosos, para ser usada en Sub-base Granular y rellenos, con una potencia de 40,000 metros cúbicos.

**YORONGOS.**- A 9.00 km. del aeropuerto, en la carretera Rioja - Yorongos - Nuevo Tabalosos, para su uso en rellenos, con una potencia de 90,000 metros cúbicos.





NOMBRE	UBICACION	ACCESO	POTENCIA	USO Y TRATAMIENTO
1.- CANTERA UCRANIA	Km. 458 carretera OLMOS - RIOJA (Rio Yuracacu)	Ldo. izq. del eje a 3.5 km.	ILIMITADA	Base Granular SI Sub.base Granular SI Otros SI
2.- CANTERA ROMERO "A"	Km. 471.4 carretera OLMOS - RIOJA	Ldo. Der. del eje a 1.2km.	ILIMITADA	Sub.base Granular SI Relleno NO
3.- CANTERA ROMERO "B"	Km. 471.4 carretera OLMOS - RIOJA	Ldo. Der. del eje a 1.5 km.	ILIMITADA	Relleno NO
4.- CANTERA MONTE ALEGRE	Km. 4.0 carretera RIOJA - YORONGOS (Rio Tonchima)	Ldo. izq. del eje a 150m.	40.000 m <sup>3</sup>	Sub.base Granular SI Relleno NO
5.- CANTERA YORONGOS	Km. 9.0 carretera RIOJA - YORONGOS	Ldo. Derecho del eje	90000 m <sup>3</sup>	Relleno NO

PLANO:  
**UBICACION DE CANTERAS**

DISEÑO  
**A. Rolando Paredes R.**

LAMINA  
**U-2**

De conformidad a la información Técnico- económico se adoptaron el uso de la cantera Ucrania para : Bases Granulares y Mezclas con cemento Portland y Asfálticas; y las canteras del Río Tonchima para : Sub-bases Granulares y Rellenos.

#### I.2.0.- OBJETIVOS.-

- Complementar al estudio primario elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en 1990, para dar factibilidad necesaria que se requiere para estos tipos de obra de gran embergadura.

- Identificar, diagnosticar, evaluar y solucionar el problema de las aguas existentes en el área comprometida.

- Realizar los estudios de Ingeniería de Drenaje a nivel de diseño para el aeropuerto "Juan Simons Vela"- Prov. de Rioja, en relación a las disciplinas de :

Mecánica de Suelos y Geotecnia

Hidrología Superficial y Sub-superficial

Diseño de las estructuras

- Mantener las pistas, franja de seguridad, plataforma, tránsito, colage, parques en condiciones tal que brinde **SEGURIDAD Y EFICIENCIA** en cualquier momento y etapa en cuanto a su operatividad; de esta manera debe permitir el tráfico ante cualquier eventualidad hidrológica.

- Que este estudio sirva como guía ó elemento de consulta para futuros y/o existentes proyectos de aeropuertos que tengan similar problematica.

## CAPITULO II

### ANTECEDENTES - REVISIÓN DE LITERATURA

#### II.1.0.- ANTECEDENTES.

Aquí se enfoca tres aspectos:

- 1.- Reseña Histórica del Aeropuerto
- 2.- Sobre Ampliación y Mejoramiento.
- 3.- Sobre Estudio de Drenaje.

#### II.1.1.- RESEÑA HISTÓRICA DEL AEROPUERTO.

En Marzo de 1927 por disposición del Ministerio de Aeronáutica durante el Gobierno de Don Augusto B. Leguia se inició un vuelo de reconocimiento por el Departamento de San Martín al mando del Capitán José Estremadoyro, quienes acuatizaron por primera vez en el Río Mayo frente al Distrito de Juan Guerra en la Provincia de San Martín (Tarapoto); luego en el Puerto de Tahuishco del mismo Río en la provincia de Moyobamba; posteriormente sobrevolaron la Ciudad de Rioja no siendo posible su acuatizaje.

En 1934 siendo Alcalde de la ciudad de Rioja el Sr. Humberto Vela Rosales, convocó a una Asamblea a todo el pueblo riojano con la finalidad de tomar acciones para la construcción del aeropuerto de Rioja, donde acordaron hacer dicha Obra, remitiendo en forma paralela un Memorial al Presidente de la República; de esta manera se iniciaron las actividades, se buscó un lugar adecuado recayendo en la zona denominado Chaupa-Posic a tres (03) kilómetros de distancia desde la ciudad de Rioja; en seguida se procedió a hacer los trabajos preliminares como es el despeje de malezas, nivelación y relleno a mano; estos trabajos duraron aproximadamente 06 meses, logrando obtener una extensión despejada de 1000 mts. de largo

por 100 mts. de ancho. Terminado esto, el Alcalde dio cuenta a las Autoridades respectivas a fin de que autoricen las operaciones de vuelo, fue entonces que el Comandante de Vuelo Pedro Canga, encargado de hacer la inspección, quien desaprobó dicha obra aduciendo simplemente que este aeropuerto distaba mucho de la ciudad, lo que dificultaría el transporte de pasajeros y carga de la ciudad al aeropuerto y viceversa.

En el acto, el Comandante solicitó al Sr. Alcalde que se ubicara de inmediato otra área libre junto a la ciudad, recayendo en el campo deportivo del entonces Club "La Liga Riojana" quienes cedieron voluntariamente el mencionado terreno, en donde se iniciaron los trabajos de forma inmediata y definitiva para la construcción del actual aeropuerto; siendo los primeros trabajos el cerco perimetrico y el afirmado.

Posteriormente asumió la Alcaldía el Sr. Arturo Ibérico López, siguiendo éste, con el mismo entusiasmo y dinamismo, que también contó con el respaldo incondicional de la ciudadanía, que trabajaran día y noche, codo a codo con el comite Pro-Aeropuerto integrados por un Presidente, un Tesorero, un Secretario y dos Vocales; organizaron todos los trabajos juntos con los comerciantes, estudiantes, artesanos, y pueblo en general.

Aquí el pueblo llegó a construir una pista afirmada de 500 mts. de largo por 30 mts. de ancho, posteriormente se consiguió por primera vez una partida presupuestaria dada por La Junta de Obras Publicas, con la que se construyó 200 mts. más de pista, obteniéndose un total de 700 mts. de longitud donde por primera vez hizo su aterrizaje la avioneta del Sr. Pardo Miguel. Aquí, la ciudadanía una vez más demostró su regocijo, algarabía y emoción por estos adelantos que se daban para el pueblo; se siguió ampliando la pista hasta obtener 800 mts. y empezaron a brindar sus servicios compañías aéreas comerciales tales como CAMSA, TAPSA, con aviones bimotores que hacían vuelos entre la zona de Rioja y del Huallaga, posteriormente la Cia. SATCO inicio vuelos en la ruta Chiclayo-Rioja-Chiclayo, después la Cia. Faucett hizo lo mismo. Este movimiento aéreo motivo a la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC S.A.), a que iniciara sus

servicios a partir de 1,959, y desde entonces la administración de CORPAC orienta su accionar a las obras de mantenimiento y ampliación del mencionado aeropuerto.

En 1960 CORPAC asigna un presupuesto para la ampliación de este aeropuerto con lo que se llegó a obtener una pista afirmada de 1000 mts. de largo, por 30 mts. de ancho.

En 1965 nuevamente CORPAC asigna un presupuesto para continuar la ampliación; este trabajo demoró hasta 1969 habiéndose logrado una ampliación hasta llegar a 1800 mts. de largo, por 30 mts. de ancho.

En 1978 en el Gobierno del General Francisco Morales Bermúdez, se asignó un presupuesto para la pavimentación, llegando a tener pista asfaltada de 1500 x 30 mts., más la pista de acceso, y plataforma de aviones; simultáneamente se construyó el terminal de pasajeros y de administración.

En 1980 por gestión del entonces alcalde de la ciudad de Rioja el Sr. Victor Raúl Haya Morí, se logró una partida para el asfaltado restante aproximadamente de 380 x 30 mts. alcanzando así una extensión de 1880 mts. de largo con 30 mts. de ancho de pista con lo que se cuenta en la actualidad.

En Sesión Extraordinaria Comunal de fecha 21-05-94 y de Sesión Ampliada de fecha 02-06-94, se acordó designar al Aeropuerto de Rioja con el nombre de: **AEROPUERTO DEL ALTO MAYO "JUAN SIMONS VELA"-RIOJA**. En honor a un personaje riojano, que marcó historia en la Ciudad de Rioja, por su trabajo solidario y desprendido para lograr la mejoría de este Aeropuerto y el progreso de esta parte de Perú.

#### II.1.2.- SOBRE AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO.

Siempre para el pueblo Riojano fue, es y será un anhelo, el de mejorar su Aeropuerto y por lo tanto las Autoridades toman este clamor popular y es cuando deciden organizarse en un **COMITE PRO-MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO-RIOJA**, quienes en forma conjunta inician su labor en favor de esta causa; la cual

Cronologicamente se describe de la siguiente manera:

- \* 04-09-88 Se funda el **COMITE PRO-MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO-RIOJA**, comenzando sus gestiones en el mes de Abril de 1,989.
- \* 23-01-90 El comite gestiona para que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones por intermedio de la Dirección General de Transporte Aereo y a su vez la Dirección de Infraestructura Aérea, ejecute hacer lo siguiente:
  - Estudio de Ampliación de 500 mts. de longitud de la pista de aterrizaje.
  - Mejoramiento , mantenimiento y aplicación de una capa asfáltica a la pista actual.
  - Otros.
- \* 06-02-90 El Ministerio de Transportes y Comunicaciones designa personal para dicho estudio.
- \* 12-02-90 Se firma el Convenio entre el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la Municipalidad Provincial de Rioja, teniendo como objetivo el desarrollo del estudio de Ampliación y/o Mejoramiento del Aeropuerto de Rioja.
- \* 03-05-90 Por Resolución Ministerial #530-90- TC/15.12 se aprueba el Convenio MTC-MPR. A partir de esta fecha se ejecutaron los trabajos de Estudio.
- \* 06-08-90 Se remite el informe Técnico en la cual se concreta el Expediente Técnico.
- \* 18-06-91 Por Resolución Directorial #0061-91-TC/15.12, se aprueba el siguiente Expediente Técnico que consta de:
  - Exp. Técnico para Concurso Publico Vol. I
  - Exp. Técnico para Licitación Publica Vol. II
  - Estudio Definitivo para las Obras de Mejoramiento y Ampliación del Aeropuerto de Rioja Vol. III, Vol. IV, Vol. V.

- Otros.

Este estudio contiene la información referente a los estudios y construcción de la pista de aterrizaje del aeropuerto de Rioja; el cual se remonta a los años 1978 y 1982 respectivamente, siendo una estructura del tipo flexible con dimensiones de 30 x 1880 mts. de ancho y largo respectivamente. La estructura fue determinada empleando el método recomendado por la Federal Aeronautic Administration (F.A.A.) de los Estados Unidos de Norteamérica, considerando los siguientes parámetros:

- Peso del Avión de Diseño : 90 KIPS(BAC-III)
- Tren de Aterrizaje : DUAL
- Clasificación del Suelo : E-8
- Clase de Subrasante : F-6
- Drenaje : Malo

Los espesores de las diferentes capas del pavimento, obtenidos del diseño teórico son los siguientes:

- Carpeta Asfáltica en Caliente : 10 cm
- Base Granular : 20 cm
- Sub-Base Granular : 25 cm

El contrato de ejecución especificó la colocación de la siguiente estructura entre progresivas [0+380] - [1+880]:

- Carpeta Asfáltica en Caliente : 05 cm.
- Base Granular : 25 cm.
- Pendiente Transversal : 1.5 %  
(simétrica respecto al eje)

La presente estructura se terminó de construir en Junio de 1982 a cargo de la Compañía Constructora Central S.A., Supervisada por la dirección de Infraestructura Aérea del M.T.C.

En Enero de 1983, la Dirección de Estudios Especiales, efectúa una evaluación de la pista de aterrizaje antes de ser puesta en

servicio; llegándose a las siguientes conclusiones:

- El aspecto superficial del pavimento, no es satisfactorio.
- Los materiales que conforman las diferentes capas no reúnen los requisitos de calidad.
- La estructura del pavimento es deficiente debido a la calidad de las capas; esperándose un corto período de vida útil.

A fin de detener temporalmente el deterioro del pavimento se recomendó la colocación de un Tratamiento Superficial mediante un Sellado para que al término de un año efectuar una nueva evaluación antes de colocar la segunda capa de 2" de Mezcla Asfáltica según el proyecto adoptado y reajustar el diseño por etapas.

En lo referente a datos relativos de control de los materiales y puesta en obra, no ha sido posible obtenerlos salvo los indicados en el informe del Ingeniero Antero Ortiz "Evaluación de la Pavimentación Asfáltica - Pista de Aterrizaje", señalando que la carpeta asfáltica en caliente fue colocada a todo lo ancho en 10 paños de 3 m. de ancho cada uno.

En Octubre de 1983 se efectúa nuevamente la evaluación de la pista de aterrizaje por el personal de la Dirección de Estudios Especiales; entre las progresivas [0+380] - [1+880] llegándose a las siguientes conclusiones:

- Entre las progresivas [0+000] y [0+380] la estructura se encuentra a nivel de Base granular revestida por un tratamiento asfáltico.
- Entre las progresivas [0+380] al [1+880] la estructura del pavimento colocado, base granular 0.25 mts. y mezcla asfáltica en caliente 0.05 mts., corresponde a una estructura infradiseñada.
- Las causas del estado de infradiseño son motivadas por el no cumplimiento a cabalidad de los requerimientos de calidad del proyecto para la mezcla asfáltica en caliente y base granular.



Proponen las siguientes alternativas:

- Reconstrucción parcial y colocación de rodadura o tratamiento de fisuras más geotéxtil.
- Colocación de rodadura en un área de 6225 m<sup>2</sup> (13.9 % del área asfaltada) y un tratamiento superficial al resto del área (86.1 %).

Sobre esto, en el proyecto de Mejoramiento y Ampliación del aeropuerto de Rioja en 1990, elaborado por el M.T.C. se realizó detalladamente la siguiente evaluación:

**i.- CONDICIÓN ACTUAL**

**PISTA PRINCIPAL.-** Se encuentra en condiciones críticas, observándose en su superficie, desintegraciones, deformaciones y fisuraciones de magnitudes que van desde moderado a severo especialmente entre los kms. [0+380] a [1+1880], notándose las actividades de parchado en los 20 mts. centrales.

**PISTA DE ACCESO.-** Su condición es crítica, observándose en su superficie intensas actividades de parchado.

**PLATAFORMA DE AVIONES.-** Su condición es aceptable no observándose síntomas de fatiga.

**ii.- EVALUACIONES EFECTUADAS.**

El proyecto de las obras de mejoramiento y Ampliación, fueron desarrolladas teniendo en cuenta la evaluación superficial y estructural del sistema subrasante - pavimento, las características de suelos de subrasante, Avión de diseño y materiales disponibles; para lo cual se llevaron a cabo los siguientes trabajos:

- Estacado y nivelación de ejes longitudinales de referencia con puntos cada 5 mts. y 10 mts. con cierre de nivelación a 500 mts. en BMs de cemento a 50 mts. del eje lado izquierdo.
- Nivelación y seccionamiento cada 20 mts. en las zonas de

ampliación.

- Nivelación y seccionamiento cada 20 mts. en las franjas laterales y zanjas de drenaje hasta una distancia de 100 mts. a cada lado del eje.
- Pruebas de carga en la superficie de los pavimentos, en los ejes de referencia cada 20 mts. (excepcionalmente 10 mts.), Utilizando Viga Benkelman para la ejecución de ensayos no destructivos (NDT). Los resultados de las curvas de deflexiones permitieron definir los parámetros de resistencia del sistema subrasante- pavimento.
- Ensayos destructivos (DT) en el pavimento y fuera de él y en las zonas de futura ampliación, los mismos que permitieron evaluar las características geotécnicas de los suelos de subrasante; capas de pavimento y condiciones de subdrenaje hasta profundidad de 1.5 mts. bajo el nivel de rasante actual y terreno natural.
- Evaluación de canteras para la definición de las fuentes de materiales de construcción. El cual ya fue detallado en el ítem I.1.5.
- Determinación de las características del tránsito aéreo.
- Análisis de costos de los materiales y procesos involucrados en la ejecución de la obra.

### iii.- DISEÑOS.

Las evaluaciones llevadas a cabo en el pavimento existente permitieron analizar diferentes alternativas de solución, optándose por los refuerzos con mezclas asfálticas en caliente para mejorar la insuficiencia estructural; toda vez que prima el criterio de ejecutar obras que minimicen las interrupciones del tráfico aéreo a niveles de seguridad adecuados.

Las evaluaciones efectuadas en las zonas donde se realizarán las ampliaciones han permitido elaborar diferentes alternativas.

Los diseños para las obras de Mejoramiento y Ampliación fueron efectuadas para condiciones de suelos de subrasante, capas de pavimento y tránsito aéreo con carga restringida (1<sup>era</sup> etapa) para el Avión de diseño DC-8-62.

Dentro de los trabajos a ejecutar para la implementación definitiva del aeropuerto a su nueva fase se consideran:

**a. MEJORAMIENTO DE LA PISTA PRINCIPAL.**

Sobre un área de 30 mts x 1500 mts., colocación de una mezcla asfáltica en caliente de refuerzo, conformada por:

- Capa de superficie asfáltica de 5 cm. de espesor
- Capa de Base Asfáltica de 5 cm. de espesor.
- Capa de Base Asfáltica de espesor variable entre 5 a 18 cm.

**b. MEJORAMIENTO DE LA PISTA DE ACCESO.**

Sobre un área de 23 mts. x 120 mts., colocación de mezcla asfáltica en caliente de refuerzo conformada por:

- Capa de Superficie Asfáltica de 5 cm. de espesor.
- Capa de Base Asfáltica de 4 cm. de espesor.

**c. AMPLIACIONES.**

**TRANSVERSAL.**- Sobre un área de 7.5 mts. x 1500 mts. a cada lado de la pista . colocación de la siguiente estructura:

- Rodadura : 10 cm. (5cm. MACS. - 5cm. MACB)
- Base Granular : 25 cm.
- Subbase Granular : 60 cm.

**LONGITUDINAL.**- Sobre un área de 45 mts. x 500 mts. zona Norte y 45 mts. x 220 mts. zona Sur, colocación de la siguiente estructura:

- Rodadura : 10 cm. (5cm. MACS. - 5cm. MACB)
- Base Granular : 25 cm.
- Subbase Granular : 15 cm.

**d. RECONSTRUCCIÓN TOTAL.**

Sobre un área de 45 mts. x 380 mts., colocación de la siguiente estructura:

- Rodadura : 10 cm. (5cm.MACS.-5cm.MACB)
- Base Granular : 25 cm.
- Subbase Granular : 15 cm.

**e. CONFORMACIÓN DE BERMAS LATERALES Y ZONA DE SEGURIDAD.**

Comprende los siguientes trabajos:

- Colocación de una base granular de espesor de 25 cm. en ambos lados de la pista en anchos de 7.5 mts. y 3.5 mts. en la pista principal y pista de acceso, respectivamente.
- Las zonas de seguridad de conformación de una capa de subbase granular de 60 mts. de longitud en ambas cabeceras.
- Las áreas de las bermas serán tratadas con un tratamiento monocapa y la zona de seguridad con un imprimado.

**f. FRANJA LATERAL.**

Comprende trabajos de excavación y conformación de terraplenes para conformar las pendientes transversales del proyecto, de tal forma que permita la evacuación rápida de las precipitaciones pluviales.

**g. MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE.**

Según este informe el mejoramiento del sistema de drenaje solo comprendería los trabajos de excavación para la limpieza de las zanjas de drenaje, así mismo la limpieza de las alcantarillas existentes.

Es evidente a la luz de las observaciones de campo y las pruebas de los suelos ejecutadas; que estos alcances son muy limitados por cuanto el tratamiento del nivel freático y el escurrimiento tanto longitudinal y transversal requiere de un tratamiento de fondo y sobre todo integral para lograr una estructura de pavimento adecuada.

h. OTROS.

El proyecto incluye también, la señalización de las pistas, bacheos superficiales en la pista principal así como el tratamiento de fisuras existentes en la pista con el objeto de minimizar el reflejo de las mismas, en el refuerzo asfáltico a colocar.

- \* Se encarga al MTC toda vez que esta involucrado para que directamente gestione para que esta Obra se realice.
- \* En 1992 El Gobierno no toma en cuenta este Proyecto por ser considerado incompleto ya que se recomienda en el mismo un estudio minucioso sobre el drenaje con sustento técnico, con el cual se completaría dicho proyecto.

II.1.3.- SOBRE ESTUDIO DE DRENAJE.

El Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Aeropuerto " JUAN SIMONS VELA " de Rioja, formulada en 1990 por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Transporte Aéreo, indicó como elemento sustantivo el desarrollo del Proyecto de Estudio de Drenaje del área comprometida.

El año de 1993; se hizo un intento de cooperación entre la Municipalidad Provincial de Rioja y la Universidad Nacional de Ingeniería la cual no se concretó en aquella ocasión.

A los cuatro días del mes de Abril de 1994, la Municipalidad de Rioja toma acción directa con el propósito de completar el expediente técnico para la construcción de la obra suscribiendo un convenio de cooperación entre ambas Entidades a través del UNITEC C&T ; con el objeto específico de la realización de estos Estudios por parte de la Facultad de Ingeniería Civil, mediante la participación del Departamento de Hidráulica e Hidrología y el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID).

Denominándose este proyecto ESTUDIO DE INGENIERÍA DE DRENAJE PARA LA AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO "JUAN SIMONS VELA"- PROVINCIA DE RIOJA.

En el mismo acto se procedió al trabajo específico designándose al personal especializado para la realización del Estudio.

## II.2.0.- DESCRIPCIÓN.

El Aeropuerto está ubicado en la zona del Alto Mayo, Prov. de Rioja, Región de San Martín; con Latitud Sur 06°03' como Coordenada y Longitud Oeste 77°09' como Meridiano, con una Altitud de 826.00 m.s.n.m. con una Orientación de 160°/340°.

Actualmente la pavimentación consta de:

- Pista Principal 1880 mts. de longitud, por 30 mts. de ancho ( Pavimento flexible ).
- Pista de Acceso 120 mts. de longitud por 23 mts. de ancho ( Pavimento Flexible ).
- Plataforma de Aviones 102 mts. por 60 mts. ( Pavimento Rígido-Concreto).

Estando las pistas flexibles en condiciones críticas notándose desintegraciones, deformaciones y fisuraciones, (ver foto # 23) las cuales han sufrido una serie de reparaciones que van desde el parchado intensivo a la colocación de sellos asfálticos.

Referente a las ampliaciones de pista constará de:

**Ampliación Transversal.-** Sobre un área de 7.5 mts. de ancho por 1500 mts. de longitud en ambos lados.

**Ampliación Longitudinal.-** En la zona Norte tenemos un área de 500 mts. por 45 mts. y en la zona Sur un área de 220 mts. por 45 mts. Haciendo mención que se hará una reconstrucción total de 380 mts. por 45 mts. de la pista actual en la parte sur (del [1+500] a [1+880]).

De donde enfocaremos tres zonas muy puntuales para un mejor análisis: a) Zona Norte b) Zona Sur y c) Zona actual de pista, la cuales permitirá obtener una pista operativa de 2600 mts. de longitud por 45 mts. de ancho que es el objeto del presente

Estudio; y en el futuro se ampliaría hasta obtener una pista de 3500 mts. como esta planificado en forma general (ver plano S-1); el cual ya no será factible.

En lo que respecta a pendiente en la actualidad es como sigue:

Longitudinal:

$$0+000 - 0+600 = +0.2 \%$$

$$0+600 - 1+400 = +0.4 \%$$

$$1+400 - 1+880 = -0.09 \%$$

Transversal:

Varía de 1.5% a 0.2% con respecto al eje de la pista.

El Estudio del M.T.C. está proyectando de la siguiente manera:

Longitudinal:

$$0-560 - 0+060 = +0.35 \% \quad (620\text{m})$$

$$0+060 - 0+680 = +0.203\% \quad (620\text{m})$$

$$0+680 - 0+980 = +0.44 \% \quad (300\text{m})$$

$$0+980 - 1+500 = +0.38 \% \quad (520\text{m})$$

$$1+500 - 2+260 = -0.44 \% \quad (760\text{m})$$

Transversal:

Será de 1.5 % a cada lado respecto al eje de la pista.

Considerando estas proyecciones de ampliación de pista, cambios de pendientes, ampliación transversal de 3.5 mts. a cada lado de la pista de acceso, así como de las zonas de seguridad de las mismas; se desarrollará el estudio del sistema de drenaje.

El sistema de drenaje será tanto longitudinal y transversalmente destacándose por su funcionabilidad; en términos generales las aguas se dirigirán hacia las bermas laterales y/o áreas de seguridad para de ahí seguir su evacuación a las partes

bajas aledañas al aeropuerto.

También se desarrollará un estudio minucioso para que las aguas pluviales por escurrimiento del sector urbano, semiurbano sean interceptadas para no influir en el área del aeropuerto.

### II.3.0.- FORMULACION GENERAL DEL PROYECTO.

Se va a efectuar las investigaciones y los análisis pertinentes con suficiente profundidad y detalle que permitan cumplir con los objetivos; a fin de formular la solución al mejoramiento y ampliación del Aeropuerto "Juan Simons Vela" de la Ciudad de Rioja, de ésta manera el desarrollo del estudio se concluirá a nivel de ingeniería.

La formulación del estudio tiene como objetivos específicos lo siguiente:

- i. Mejorar el sistema de drenaje sobre el área en actual uso.
- ii. Solución al problema de drenaje del área de ampliación.
- iii. Planeamiento de un esquema funcional único y coherente que aumente la capacidad de drenaje del aeropuerto y la interceptación del drenaje pluvial de la ciudad incidente en el área.
- iv. Elaboración final de un expediente técnico complementario al ya existente elaborado por el M.T.C.; que permita su presentación para obtener el financiamiento respectivo.

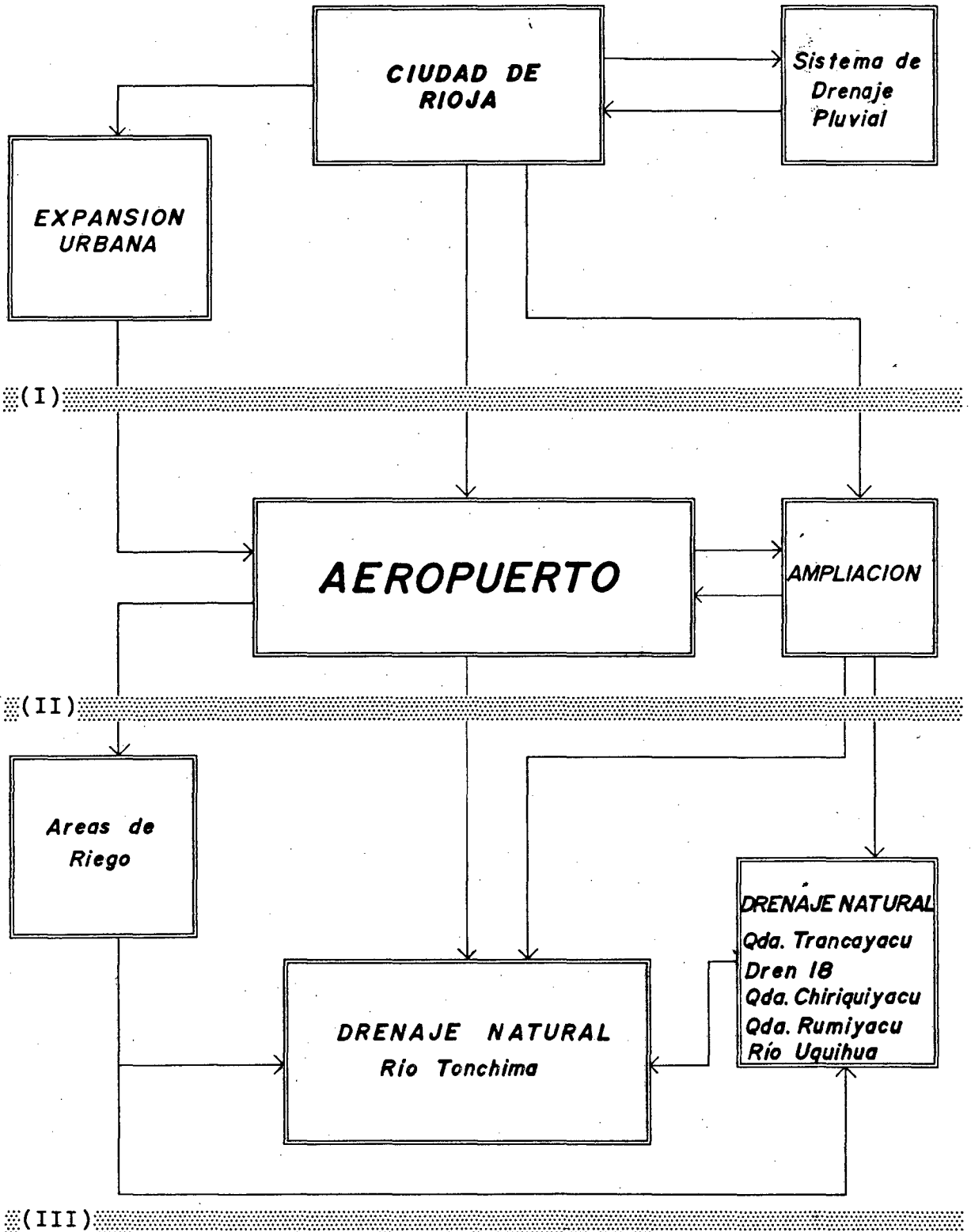
Para abordar el esquema integral del proyecto de drenaje requerido y abordar el planeamiento hidráulico cuyo objetivo central sea evitar la presencia de agua superficial y sub-superficial en el área actual y posterior de expansión del aeropuerto, conviene elaborar un esquema global.

Del esquema que se presenta en la siguiente página se puede detallar la formulación general del proyecto.

Hasta el nivel I, se centran las actividades en lo referente a la ciudad, el problema de drenaje pluvial y desagües, de la



# ESQUEMA DE FORMULACION



expansión urbana en zonas de baja gradiente cercanas al aeropuerto.

En el nivel II, se centran las actividades en el análisis de los aspectos de ingeniería de diseño para un adecuado funcionamiento del aeropuerto y de la ampliación prevista.

En el nivel III, se evalúan los cauces naturales que serán los colectores finales del agua de drenaje superficial y sub-superficial.

Las actividades del nivel I, son las siguientes:

- Evaluar e identificar el sistema de drenaje pluvial de la ciudad relacionandolo directamente con el aeropuerto.
- Identificar las áreas de riego que afectan el sistema de drenaje pluvial y la sub-superficial de la zona actual y de ampliación.
- Evaluar el sistema de drenaje actual en cuanto a operatividad y eficiencia en relación a la zona del aeropuerto.
- Identificar el sistema de drenaje local (zona de aeropuerto) y global (área de influencia circundante) que se relacione directamente con las áreas de servicios.
- Desarrollo del estudio hidrológico del área de influencia a efectos de establecer el impacto del aporte subterráneo o sub-superficial.
- Aspectos geológicos y geotécnicos de la zona Ciudad-aeropuerto y su relación con el proceso de escorrentía para considerar el efecto del nivel freático en la cimentación de estructuras.

En el nivel II, tenemos:

- Evaluación del nivel de eficiencia del sistema de drenaje actual: Alcantarilla central, drenes laterales e interceptores.
- Diseño del sistema de drenaje que incluye:
  - \* red troncal primaria de drenaje superficial
  - \* red secundaria de drenaje superficial

\* red de drenaje sub-superficial.

- Diseño de los sistemas de intercepción de cauces de la quebrada de Trancayacu, drenaje de la Ciudad, colector interceptor del aporte hacia el aeropuerto
- Diseño de las estructuras de captación y/o derivación
- Rediseño si así lo requiere, de la alcantarilla de la quebrada de Trancayacu que cruza el aeropuerto y otra(s) adicionales que puedan requerirse, para evitar el desarrollo de canales longitudinales muy largos que siguen una evacuación muy lenta (sector norte y sur)
- Diseño o acondicionamiento en las dos terrazas siguientes para permitir la evacuación de las aguas.

#### **II.4.0.0.0.- SISTEMAS DE DRENAJE**

Todo sistema de drenaje se basa en un esquema de evacuación de las aguas sobrantes de una área determinada, y este debe ser funcional, adecuado y rápido. Los sistemas de drenaje se diseñan conforme al servicio que prestarán: caminos, aeropuertos, vías férreas, puentes, pasos a desnivel, urbanizaciones, parcelas, etc.

El drenaje en sí, no solo sirve para dar solución al problema cuando éste se presente; si no, más bien, los estudios de drenaje se hacen para prevenir problemas que puedan causar por las aguas existentes o por las aguas de escurrimiento originado por las precipitaciones.

#### **II.4.1.0.0.- TIPOS DE DRENAJE.**

Existen dos tipos de drenaje que son:

- 1.- Drenaje Superficial
- 2.- Drenaje Sub-superficial ( Sub-drenaje )

#### II.4.1.1.0.- DRENAJE SUPERFICIAL.

Siempre el agua superficial en una pista crea peligro para el tránsito, los cuales se agravan en tiempos de mayor precipitación, causa erosión y cuando esta agua se infiltra en la subrasante deja al pavimento y su banqueta sin sostén, originando grandes gastos en la conservación de la obra.

El objeto de todo sistema de drenaje es captar las aguas de escurrimiento superficial originados por las precipitaciones, inundaciones, etc. y evacuarlos alejando el peligro de las obras.

Estos sistemas están constituidos por estructuras diversas como a cielo abierto o expuestas (cunetas, contracunetas, zanjas, canales, etc.), y tapadas o enterradas (alcantarillas, tuberías de evacuación, etc.). Estos dos tipos siempre están en constante combinación entre sí.

El agua superficial debe alejarse de una pista tan pronto como sea posible. Para que un sistema de drenaje sea adecuado es necesario los siguientes factores: el alineamiento, la pendiente, y los métodos de instalación de las respectivas estructuras.

#### II.4.1.2.0.- DRENAJE SUB-SUPERFICIAL (SUB-DRENAJE).

La existencia de agua en el sub-suelo se explica de la siguiente manera: Que al penetrar el agua en el terreno se filtra verticalmente hasta alcanzar el manto de agua o algún estrato impermeable. Más tarde puede subir de nuevo a la superficie en forma de agua capilar y evaporarse. Después que esta agua penetra al suelo, permanece allí como residuo o comienza a correr lateralmente hacia algún punto más bajo o boca de salida. El destino que sigue la mayor cantidad del agua de las precipitaciones depende del clima, de las características del relieve y de los tipos de suelos existentes en la zona.

Cuando existe agua libre en el área de la obra, se recomienda determinar su origen, dirección, y profundidad. Una vez captados es necesario que de una y otra forma sean evacuados hacia las partes más alejadas del área de estudio a través de sub-drenes; a

estas aguas comúnmente se les denomina manto acuífero o manto freático y a la superficie de éste manto se le denomina Nivel de Napa Freática.

La influencia del agua a través de los suelos causa efectos de la siguiente manera:

- i.- Se elimina parte de la tensión superficial en el interior de la masa, si los vacíos del suelo están parcialmente llenos de aire y el contenido de agua del suelo aumenta substancialmente, la cual proporciona al conjunto una cohesión aparente que contribuye a la estabilidad.
- ii.- El aumento de contenido de agua del suelo se refleja en un aumento de su peso, lo cual puede tener repercusiones en la estabilidad general de la masa.
- iii. Un flujo de agua puede afectar en la estabilidad de una masa de suelo al disolver los cementantes naturales.
- iv.- En añadidura a los tres efectos anteriores, el agua que penetra en una masa de suelo y fluye a través de él, tiene un cuarto efecto y es el que más influye en la estabilidad. Este es la elevación del nivel piezométrico que tiene lugar a consecuencia del flujo, la que a su vez, trae consigo un aumento en las presiones del agua en un suelo, con la correspondiente disminución de la resistencia al esfuerzo cortante del mismo.

La actitud ingenieril en relación al agua que se infiltra en el sub-suelo y afecta sus obras puede expresarse por:

- Mantener el agua que entre, en las zonas en que puede hacer daño.
- Controlar el agua que entre, en las zonas peligrosas por métodos de conducción y eliminación, que reciben el nombre de métodos de sub-drenaje.

Frecuentemente se utilizan soluciones en que se combinan de alguna manera los dos criterios señalados. Se parte de la base de que el agua ha entrado y se trata de encausarla y eliminarla sin

que cauce daños, no permitiéndole, por ejemplo el desarrollo de presiones perjudiciales.

La cantidad de agua contenida en un punto dado se puede decir que es causado por varios factores:

- Cantidad y tipo de precipitación
- Ritmo de precipitación
- Declive superficial (La infiltración es mayor en los terrenos más planos, lo que corresponde velocidades a menores)
- La porosidad de los suelos y las rocas
- La permeabilidad de los suelos (la arcilla es muy porosa y muy poco permeable)
- La estructura del suelo (estratigrafía)
- Cantidad y tipo de vegetación
- Humedad atmosférica. (Si la humedad es baja, parte del agua se evapora antes de penetrar en el terreno) .

#### II.4.1.2.1.- MÉTODOS DE SUB-DRENAJE.

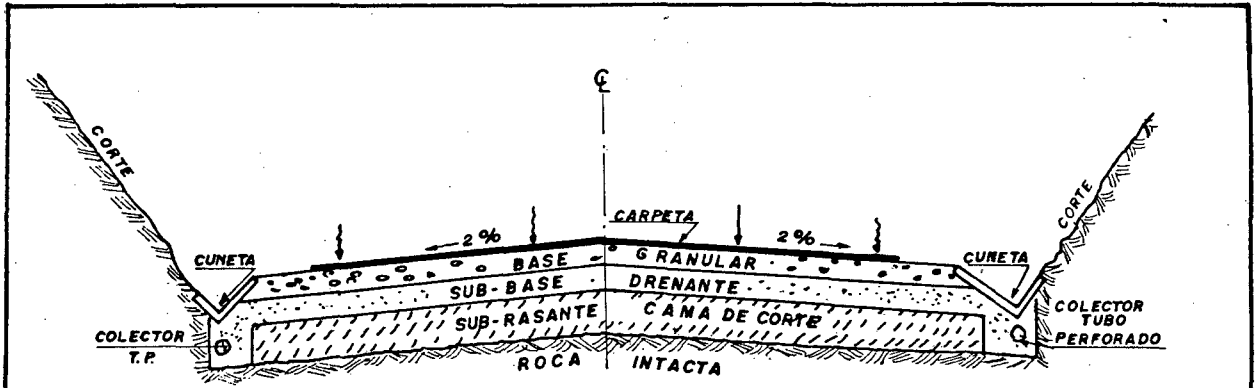
Existen diversos métodos de sub-drenaje conectados a la construcción de vías terrestres, y estos pueden ser:

##### a.- CAPAS PERMEABLES EN PAVIMENTOS.

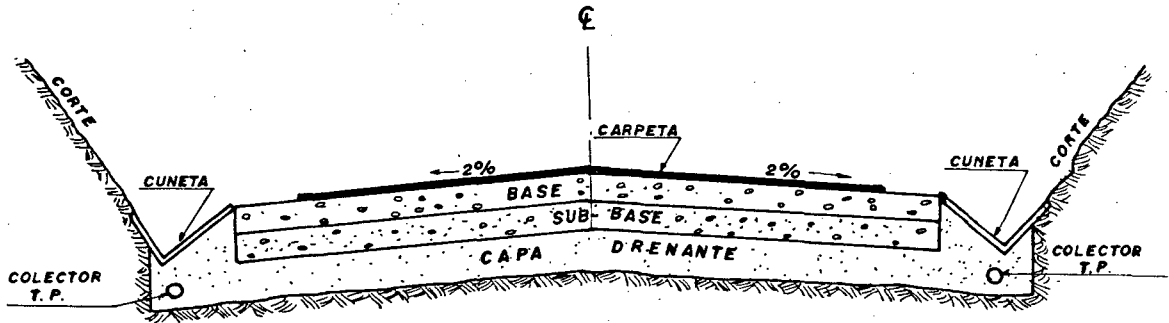
Es útil la colocación de capas permeables bajo el pavimento para su protección, estos son capas de espesor razonable y están constituidas por material de filtro que con ayuda de una pendiente adecuada recoge el agua proveniente de los acotamientos de la vía o por supresión, procedentes de niveles inferiores y escurre hacia las salidas.( fig. II-1).

##### b.- SUB-DRENES LONGITUDINALES DE ZANJAS.

Consiste en una zanja de profundidad adecuada provista de tubos perforados (fig. II-2) en el fondo y relleno de



a-Sub-base utilizada como capa permeable, para interceptar agua proveniente del pavimento



b-Sub-rasante utilizada como capa permeable, para interceptar flujo ascendente por sub presión

FIG. II-1. CAPAS PERMEABLES

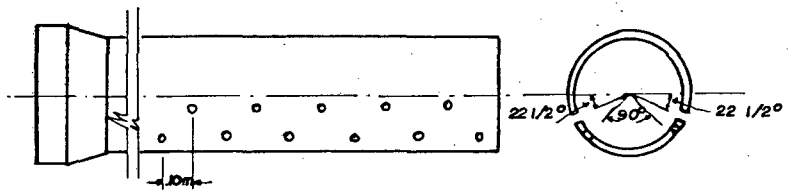


FIG. II-2. TUBERIA PERFORADA

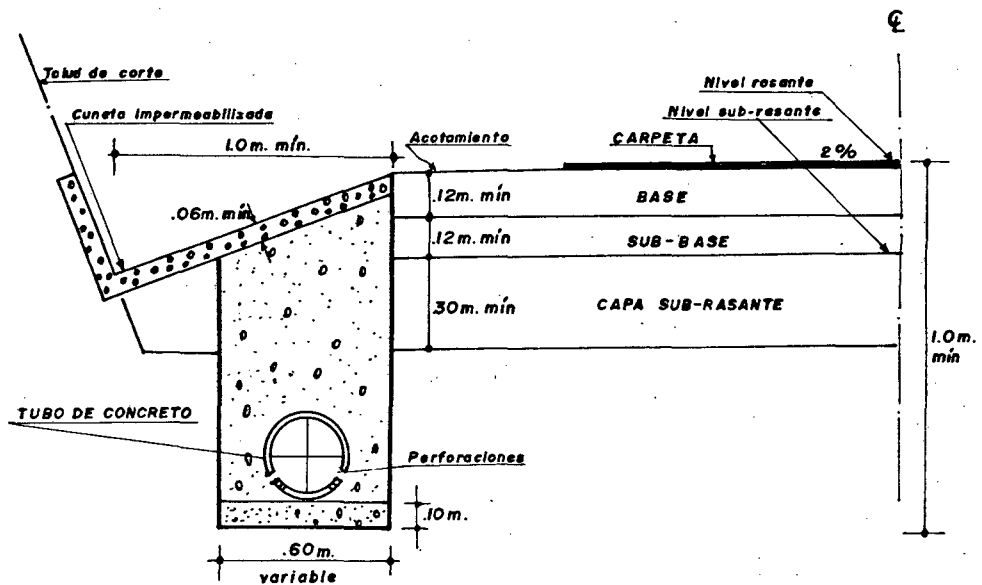


FIG. II-3. SECCION TRANSVERSAL DE UN SUBDREN LONGITUDINAL DE ZANJA

material filtrante; el agua colectada por el tubo se desaloja por gravedad (fig. II-3). El material de filtro y las perforaciones del tubo deberán seguir las normas de diseño de filtros. Aquí más que interceptar un flujo, la misión del dren es abatir un nivel freático, protegiendo así el pavimento. Esta es una necesidad frecuente en terrenos planos, con nivel freático muy próximo a la superficie.

**c.- SUB-DRENES INTERCEPTORES TRANSVERSALES.**

Análogos en principio a los sub-drenes de zanja; lo único que los distingue es la dirección en que se desarrollan, estos trabajan en forma conjunta con los sub-drenes longitudinales, los cuales deben ser capaces de eliminar muy rápidamente las aguas que intercepten.

**d.- DRENES DE PENETRACIÓN TRANSVERSAL.**

Denominados también drenes horizontales, son instalaciones de sub-drenaje que responden específicamente a la necesidad de abatir en el interior de los taludes del corte, las presiones generadas por el agua que sean susceptibles de provocar la falla de corte (fig. II-4).

Consisten básicamente en tubos perforados en toda su superficie y penetran en el terreno natural en dirección transversal al eje de la vía para captar las aguas internas y abatir sus presiones neutrales; la descarga de estos pueden ser libre hacia las cunetas y/o en instalaciones importantes como tubos colectores, etc.

**e.- POZOS DE ALIVIO.**

Estos son relativamente escasos en la tecnología de vías terrestres, estos pozos de alivio constituyen un modo útil de resolver algunos problemas específicos. Son perforaciones del orden de 40 a 60 cm. de diámetro dentro de los cuales se coloca un tubo perforado de 10 a 15 cm. de diámetro; el espacio anular que queda entre ellos, se rellena con material filtrante. Se colocan de forma tal que capten los flujos perjudiciales, siempre ladera arriba de la zona que se desee



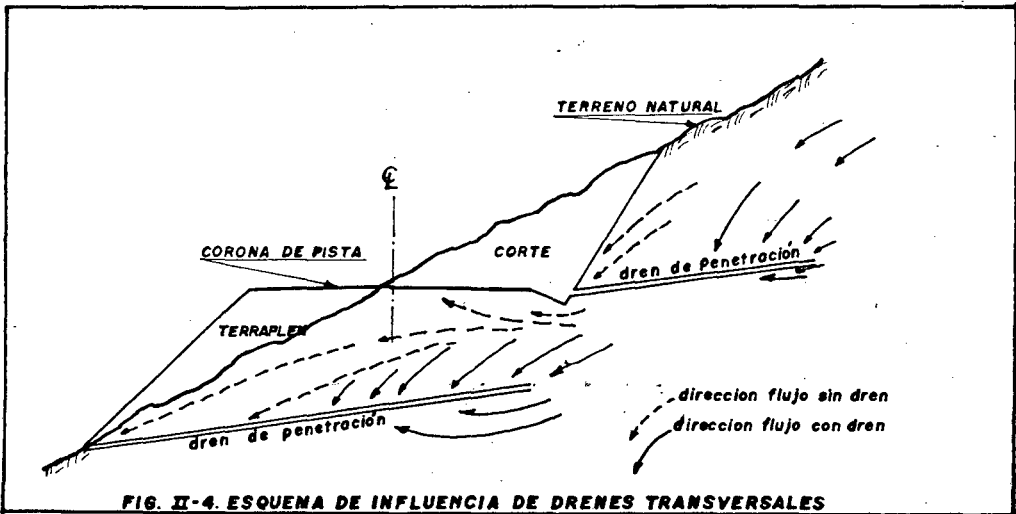


FIG. II-4. ESQUEMA DE INFLUENCIA DE DRENES TRANSVERSALES

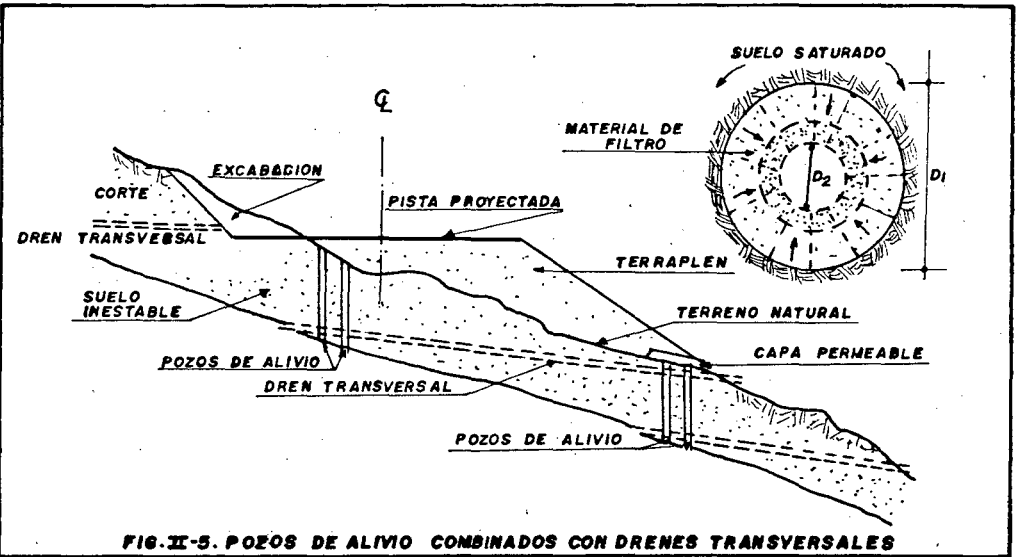


FIG. II-5. POZOS DE ALIVIO COMBINADOS CON DRENES TRANSVERSALES

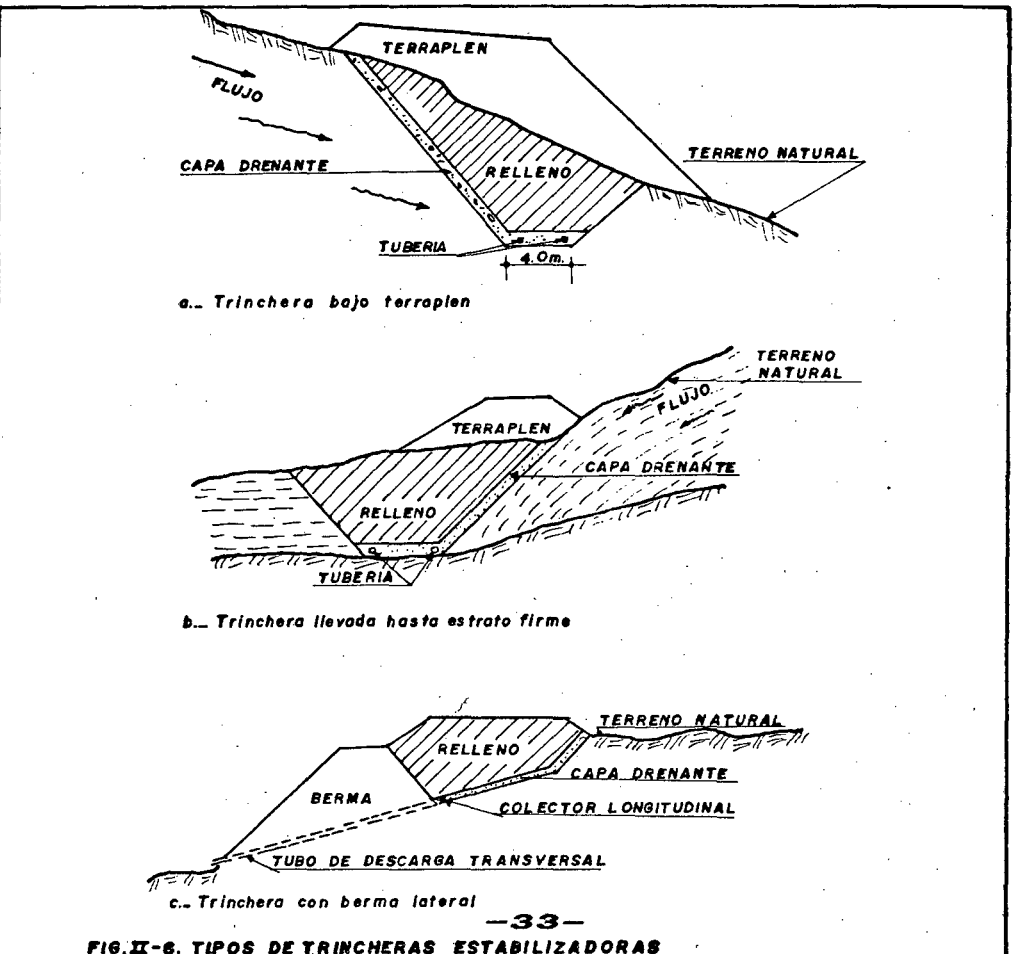


FIG. II-6. TIPOS DE TRINCHERAS ESTABILIZADORAS

proteger. Su misión principal es abatir la presión del agua existente en capas profundas del subsuelo, a los que no es económico o no es posible llegar por excavación.

Estos pozos deben tener un sistema de eliminación del agua; a veces esto se extrae por bombeo que es el medio más obvio para lograr tal fin, o de lo contrario por medio de drenes de penetración transversal (fig. II-5).

#### f.- TRINCHERA ESTABILIZADORA.

Es una excavación dotada en su talud aguas arriba, de una capa drenante, con espesor comprendido de 0.50 a 1.00 m. de material de filtro y un sistema de recolección y eliminación de agua en su fondo el cual suele constituirse de una capa de material de filtro del mismo espesor anterior dentro de la cual hay una tubería perforada (15 a 20 cm. de diámetro o mayor si se espera un gran gasto), para conducir rápidamente el agua captada y de allí desfogar hacia otros puntos donde este flujo sea inofensivo.

Existen varios tipos de trincheras estabilizadoras la fig. II-6 muestra en croquis algunas posibilidades adaptadas a diferentes circunstancias.

### II.4.2.0.0.-DRENAJE DE AEROPUERTOS, VÍAS DE TRANSPORTE.

#### II.4.2.1.0.- DRENAJE DE AEROPUERTOS.

Toda vía de transporte exige el diseño racional de las estructuras de drenaje que sean capaces de desalojar, en todo momento y en forma eficiente los volúmenes de escurrimiento aportados por las lluvias, o la existencia de un alto nivel freático.

En caso de aeropuertos, el problema consiste en proporcionar las facilidades de drenaje adecuados para interceptar y desviar, tanto el escurrimiento superficial aportado, así como el agua del sub-suelo dentro del área; así mismo reducir la humedad en la sub-

rasante del pavimento y en la superficie de los terrenos adyacentes para estabilizar y asegurar la firmeza de los mismos y de las áreas terminales.

El sistema de drenaje en un aeropuerto se da por medio de una nivelación apropiada, donde el escurrimiento usualmente se colecta a lo largo de los bordes de la franja de seguridad de aterrizaje con zanjas de profundidades adecuadas que sirven como canales evacuadores del sistema; usualmente llegan a estos por intermedio de tomas y drenes enterrados; las tomas usualmente tienen una distancia entre si de 80 a 200 mts.

Para todo sistema de drenaje debemos tener en cuenta siempre lo siguiente:

**Dren bajo superficie.**- se obtiene mediante drenes interceptores y una capa de base permeable. En aeropuertos con pistas pavimentadas, los sub-drenes deben estar colocados en forma paralela al eje de la pista o en forma transversal donde las condiciones del suelo indiquen que es necesario. Este tipo de drenaje sirve para hacer descender el nivel freático del terreno.

**Dren de Superficie.**- Comienza colectando el agua de la misma hacia las tomas, o estructuras de recojo (colectores), es necesario un sistema de tubos subterráneos para llevar el escurrimiento desde las tomas hacia las salidas que son las vías acuáticas que deben existir alrededor del perímetro del aeropuerto y de allí a puntos más lejanos.

#### II.4.2.2.0.- DRENAJE EN VÍAS DE TRANSPORTE.

En la ingeniería cuando se trata con problemas de estabilidad de masas de tierra en vías (carreteras, aeropuertos, vías férreas, etc.), se tiene la sensación fuertemente arraigada de que el agua juega un papel importante en los derrumbes, deslizamientos o flujos, a los que se tiene que enfrentar con toda frecuencia.

Esta sensación resulta evidente hasta casi convertirse en instinto, puesto que la correlación entre épocas de lluvias e intensidad de las mismas con las fallas es infalible, se repite año

a año y, además, las señales del efecto del agua que es posible ver después de la falla son tan claras, que todo ingeniero llega a percibir que aquel elemento, cuando no se controla con las necesarias precauciones puede ser uno de sus principales enemigos.

Sin embargo, paradójicamente, los verdaderos mecanismos a través de los que el agua actúa sobre la estabilidad son pocos comprendidos. Es relativamente frecuente que "hombres" que sienten que el agua influye y que, inclusive, se preocupan de aplicar todo un conjunto de precauciones contra sus malos efectos, según el dictado de la costumbre o las reglas del "arte", mal interpretan notoriamente los modos por los que el agua actúa, o aún lo ignoren.

Así como en aeropuertos, de igual manera en carreteras, vías férreas, el enfoque es lo mismo. Sobre todo hay que evitar el encharcamiento excesivo en el área de las pistas y de las zonas adyacentes. Para esto se utilizan zanjas o canales de intercepción a los lados de las mismas, así como también se logra mediante subdrenes transversales a la pista, los cuales desembocan en otras principales las que a su vez derivan el gasto hacia los puntos más lejanos de desagüe del drenaje.

#### II.4.2.2.1. DRENAJE EN CAMINOS.

Dado a que se está analizando para la Región de la Selva Alta, el problema no solo consiste en salvar grandes diferencias de nivel sino en la dificultad que ofrece su complicado sistema de drenaje; en esta zona las fuertes lluvias producen enormes deslizamientos de los flancos que comprometen la estabilidad de las carreteras mientras se logra la consolidación de sus taludes.

Tenemos entonces que el sistema de drenaje superficial comprende el desalojo del agua de lluvia que cae directamente sobre el lecho del camino, y la intercepción y remoción de las aguas que llegan al camino procedentes de terrenos adyacentes.

El drenaje sub-superficial esta relacionado con la remoción del agua que procede de la sub-rasante y con la intercepción del agua subterránea que viene hacia la sub-rasante.

Se sabe que la época de precipitaciones es la etapa mala del año (Oct-Mar); que después de las lluvias el agua corre libremente en las juntas y grietas del pavimento presentándose el "bombeo" del lodo; todo esto trae como consecuencia roturas y desigualdades peligrosas en la superficie del camino, y es cuando los costos de conservación aumentan y cada año se presenta lo mismo y esto lo hace más crítico; otro factor es que año a año aumenta el tráfico.

#### II.4.2.2.2. DRENAJE EN VÍAS FÉRREAS.

Es sabido que algunos suelos proporcionan una base más estable para estas vías que otras, siendo estos los suelos granulados con elevada cohesión y fricción interna y de baja compresibilidad, capilaridad y elasticidad. Un gran contenido de arcilla es por lo general adverso.

El drenaje superficial adecuado constituye el primer paso para lograr una vía seca y estable; esto se logra mediante una corona apropiada, pendientes, adecuadas, zanjas interceptoras, zanjas laterales, alcantarillas y otros.

En cuanto a sub-drenaje la humedad del suelo que pasa a través del lecho de la vía o es retenida en ella, en la base, o en los taludes laterales. Tienen dos principales orígenes: de gravedad y/o de capilaridad; esto se puede controlar mediante zanjas para sub-dren, con relleno permeable, mediante una capa gruesa de material permeable y otros.

#### II.5.0.- SISTEMA DE DRENAJE DEL AEROPUERTO "JUAN SIMONS VELA" - PROV. DE RIOJA.

El sistema o red de drenaje del aeropuerto deberá adaptarse al desarrollo del existente eje y las obras auxiliares, así como la formulación futura que incluye la ampliación del sector norte y sur.

Por tratarse de una zona ubicada en un ámbito húmedo donde la precipitación es el principal elemento de aporte superficial el

cual se combina con aporte sub-superficial y subterráneo que emerge en la planicie donde se ubica el aeropuerto, es que se plantea la necesidad de un sistema de drenaje superficial y sub-superficial combinados.

#### II.5.1.0.0.- INFORMACIÓN BÁSICA.

##### II.5.1.1.0.- INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

El área en estudio presenta 3 zonas claramente diferenciadas: Zona urbana con relieve accidentado y con pendientes moderadas, la zona semi-urbana periférica a la ubicación de la pista de aterrizaje, con relieve casi uniforme con pendientes suaves que son atravesadas de Oeste a Este por las quebradas: Trancayacu, Chiriquiyacu, Rumiyacu y otros afluentes alimentadas por el sistema de Riego "Yorongos" que aportan agua para la formación de las zonas pantanosas existentes en el área entre la carretera al distrito de Yorongos y la carretera a la Laguna de Mashuyacu al Sur-Oeste del Proyecto.

Para efecto del diseño y mantenimiento general se utilizó como referencia el plano a escala 1:2000 elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en Agosto de 1990 y que sirvió de base al estudio de Mejoramiento y Ampliación del Aeropuerto de Rioja.

El análisis de este documento gráfico permite afirmar lo siguiente:

- Toma como punto de referencia de levantamiento la progresiva [0+000].
- Al hacer un replanteo de puntos existentes monumentados como el del Hito: [0-635], se observó una diferencia en planta de 22 mts. en la dirección Nor-Este, referente al existente.
- Los B.M. de referencia monumentados durante el desarrollo de este levantamiento y ubicados en forma paralela a lo largo del eje de la pista han sido removidos o se hallan en mal estado no existiendo por lo tanto elementos que permitan su

verificación altitudinal.

- La ampliación del eje de la pista en dirección Sur no se halla señalado al igual que en el Norte, por un hito referencial monumentado que permita su identificación.
- En ciertos sectores del área del proyecto la topografía del plano no refleja la configuración observada en el campo como por ejemplo el sector ubicado en el Sur-Oeste a partir de la progresiva [1+800] o el caso del desfase existente en el trazo de la carretera marginal del sector Norte.
- En la medida que este documento no cubre las áreas de trabajo consideradas y no existiendo las referencias de campo suficientes que permitan sustentar la elaboración de los diseños a desarrollar se procedió a trabajar un levantamiento general adicional que constituye parte del presente proyecto.

#### II.5.1.1.1.- INFORMACIÓN EXISTENTE.

Fueron obtenidos además planos topográficos realizados en proyectos anteriores diversos los que permitieron obtener una visión integral del entorno de la zona en estudio.

Estos planos se hallan elaborados a escala 1:10,000 con curvas de nivel cada 2 metros, a escala 1:5000 del Ministerio de Agricultura con curvas de nivel cada metro.

#### II.5.1.1.2. INFORMACIÓN DE CAMPO.

- a.- Levantamiento Topográfico con poligonal abierta teniendo como punto de partida el hito ubicado en la progresiva [0-635] sobre el eje proyectado de la pista de aterrizaje, este punto se obtuvo a partir de la progresiva [0-000] cuya cota absoluta es: 823.584 m.s.n.m.

El desarrollo de éste levantamiento cubrió una franja base entre las progresivas [0-635] y [3+1100], apoyada en 300 m. de ancho mediante transversales a cada 100 m. que permiten

obtener una red base para el levantamiento radial de los puntos de interés.

El plano elaborado a escala 1:2000 con curvas de nivel cada metro cubre un área total de 110 has. con un desnivel máximo de 30 m. (Ver planos P-1 y P-2).

b.- Adicionalmente han sido identificados y monumentados hitos o puntos de referencias que permitan la reimplantación o replanteo de las obras principales y secundarias. Esta red de referencia esta constituida por los piezómetros desde el Pz-01 al Pz-12, según se identifican en los planos S-3, P-1 y P-2.

#### **II.5.1.1.3.- EVALUACIÓN AEROFOTOGRAMETRICA.**

Al no disponer de información topográfica detallada de la zona rural entre las quebradas de Trancayacu y Rumiyacu, se optó por desarrollar en gabinete el levantamiento de la zona a escala 1:10000 por intermedio de fotografías aéreas, obtenidas por el Servicio Aerofotográfico Nacional (S.A.N.), vuelo 347-82-A de fecha 12-07-83, esto nos permitió elaborar la carta a escala adecuada para la evaluación de pendientes, cauces de escurrimiento y el área de cuencas de influencia de los cauces involucrados en relación al estudio Hidrológico; tales como las cuencas del Trancayacu, del Chiriquiyacu, del Rumiyacu y de los afluentes existentes en la zona rural con orientación de Oeste a Este en el sector Sur-Oeste con referencia a la pista del aeropuerto.

#### **II.5.2.0.0.- PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE.**

Considerando que el sistema de drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de las vías terrestres, se deben tener en cuenta para su análisis tres pasos básicos para la solución respectiva: el análisis hidrológico, el análisis geotécnico, y el diseño hidráulico de las estructuras componentes.

El análisis hidrológico en cuanto a precipitaciones implica la predicción más o menos confiable de las magnitudes máximas de



las intensidades de precipitación o de los picos de escurrimiento, para períodos de retorno especificados del evento o también de duración del mismo, según la finalidad e importancia del sistema; así como también el análisis hidrológico de las aguas subterráneas en el área del mismo.

El análisis geotécnico de los suelos determinan la constitución natural de los materiales y la variación tanto de sus características físicas como químicas. Los suelos para este tipo de obras deben ser resistentes para servir como base y cimentaciones. La resistencia puede aumentarse y controlarse de varios modos: a) Contenido de Humedad, b) Granulometría apropiada, c) Compactación, d) Aditivos Químicos. Cualquiera que sea el caso, la inclusión de agua en exceso de como sea su origen, debilitará o destruirá la cimentación de la pista; por lo tanto es sumamente importante que exista un entendimiento muy claro respecto del agua en relación con los suelos.

El diseño hidráulico permite determinar las dimensiones necesarias de las estructuras componentes del sistema: cunetas, canales, alcantarillas, sub-drenes, etc. Para desalojar los volúmenes aportados por las lluvias o producto de la infiltración en el sub-suelo, atendiendo a la eficiencia que se requiera en la eliminación de las aguas. Depende del grado de interrelación de estos parámetros para que se logre un diseño balanceado que justifique la inversión al compararse con los beneficios que proporcione la protección que se quiera suministrar.

Se planea entonces conforme a lo expuesto lo siguiente:

El área a drenar se ubica entre un sector elevado que se asienta en el sector Oeste y que corresponde a la ciudad de Rioja y un sector Este donde se halla el río Tonchima como el mayor dren natural de desfogue de aguas del área del aeropuerto con dirección Sur-Norte hacia el río Mayo.

En el sector Norte se halla como elemento de control del flujo el río Uquihua y hacia el sur las quebradas de Trancayacu, dren lateral # 18, Chiriquiyacu y Rumiyacu, acotando que la quebrada de Trancayacu atraviesa en forma perpendicular el eje de la pista con

dirección Oeste a Este en la progresiva [0+820].

El flujo proveniente del drenaje urbano de la localidad de Rioja discurre hacia el Aeropuerto concentrando el agua de drenaje hacia el sector Nor-Este de la pista; mientras que en el sector Sur el aporte del Canal de Irrigación Yorongos a través del dren lateral # 18, a la altura de la progresiva [2+070] genera un problema de drenaje que se complementa con cultivos de arroz (nivel freático alto) en una zona relativamente plana.

La red de drenaje superficial o pluvial de la Ciudad de Rioja se caracteriza por la presencia de varios cauces o "caños" que comienzan desde la zona céntrica de la ciudad, que luego de gradientes importantes en el sector Oeste ingresan al área del Aeropuerto ya con mínimas gradientes (ver plano H-1), y cuenta con un suelo de escasa permeabilidad, pero en los sectores semi-urbanos y rurales se cuenta con cobertura vegetal controlada por el proceso de desbroce efectuado para la habilitación de los campos de cultivo.

La actual pista de aterrizaje se halla sobre un relleno típico de 1900 mts. de largo por 150 mts. de ancho que define dos condiciones de flujo distintas a ambos lados de la vía. El sector ubicado al Oeste de la vía tiene dos vertientes de drenaje: Al Norte un canal que alimenta al río Uquihua atravesando el eje de la Carretera Marginal Olmos-Rioja-Tarapoto (km. 480+150) y al Sur un canal que alimenta la Quebrada de Trancayacu y que alivia el drenaje de los pequeños campos de arrozales de ese sector.

La presencia de afloramientos en el sector Norte unida al nivel freático alto en el entorno de la Carretera Marginal y el Jr. Raymondi del sector terminal de la ciudad de Rioja, permiten deducir un proceso de recarga subterránea que deberá ser controlada para limitar sus efectos en los extremos del eje de la vía.

El sistema de drenaje deberá entonces desarrollar un patrón de escurrimiento Oeste-Este con alivio hacia el Norte y/o Sur como elementos intermedios que derivaran hacia los drenes naturales principales que son los ríos Uquihua y Tonchima respectivamente.

## CAPITULO III

### MATERIALES - FORMULACION TECNICA

#### III.1.0.0.0.- ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA.

#### III.1.1.0.0- SUELOS Y GEOTECNIA.

#### III.1.1.1.0.- GENERALIDADES.

Las técnicas de construcción de las vías terrestres en la actualidad son inconcebibles sin un uso extenso, continuo, y detallado de los principios de la Mecánica Aplicada de Suelos; donde pueda apreciarse la importancia de sus aspectos, tales como estabilidad de laderas, taludes, construcción de terraplenes sobre suelos blandos, etc.

Además en las vías terrestres se tiene la más variada acción de las aguas que sea posible concebir en la Ingeniería Civil y ya se sabe cuanto complica este elemento a los Suelos cuando fluye, se infiltra, brota, etc.

Se requiere entonces fundamentalmente del conocimiento del tipo y características geotécnicas de los depósitos de suelos que subyacen en las zonas de interés. Evaluar las características geotécnicas de los suelos, implica determinar los tipos de suelos, su distribución dentro la zona de interés y determinar los parámetros de resistencia y compresibilidad.

Para lograr lo anterior, debe primeramente recopilarse toda la información geológica y estudios de Mecánica de Suelos realizados anteriormente y luego se debe hacer un programa de trabajo lo más extenso posible en el cual se incluye ensayos de campo, ensayos de laboratorio y análisis de ingeniería. Este estudio de suelos tiene como fines lo siguiente:

- \* Ubicar el nivel freático en el área actual y área de ampliación del aeropuerto, así como el entorno en un marco aproximado de 500 m.
- \* Obtener las características mecánicas y geotécnicas de los suelos predominantes en el área del Proyecto y el sector colindante entre aeropuerto y ciudad.
- \* Diagnosticar el comportamiento del relleno actual de la pista de aterrizaje.

Para estos trabajos se contó con personal técnico calificado del Centro Peruano - Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) y personal auxiliar de la zona.

#### III.1.1.2.0.- CONCEPTOS BÁSICOS.

Aquí nos referimos a algunos conceptos <sup>para</sup> sobre los familiarizarse con el presente estudio. x x

#### III.1.1.2.1. GRANULOMETRIA.

De manera general se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división del mismo en diferentes fracciones, seleccionados por el tamaño de sus partículas componentes.

La clasificación y el tamaño de estos es importante debido a sus efectos en las dosificaciones, docilidad, economía, porosidad resistencia y contracción. La distribución del tamaño de partículas se determina por separación con una serie de tamices normales; los cuales para agregados finos tenemos los tamices N<sup>o</sup> 4, 10, 20, 40, 60, 140, 200; y para agregados gruesos los tamices de 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8".

Con los datos de un análisis granulométrico se hacen representaciones gráficas de su distribución que suele dibujarse

con porcentajes en peso como ordenadas (a escala semilogarítmica) de las partículas menores que el tamaño correspondiente y tamaños de las partículas como abscisas (a escala logarítmica); como medidas de estas curvas se puede calcular lo siguiente:

- **COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD.**- Un material con buena graduación es relativamente estable, resistente a la erosión y a los lavados, fácilmente puede ser compactado a una condición muy densa y desarrollar gran resistencia al esfuerzo cortante y capacidad de carga. Una medida de graduación, obtenida por una curva, es el coeficiente de uniformidad dado por Hazen, que es una medida simple de la uniformidad de un suelo.

$$C_u = [D_{60} / D_{10}] \quad (3.1)$$

donde:

- $D_{10}$  : diámetro efectivo; es el tamaño tal que sea igualo mayor que el 10% en peso, del suelo
- $D_{60}$  : diámetro de la partícula tal que el 60% en peso, del suelo, sea igual o menor

En realidad, la relación (3.1) es un coeficiente de no uniformidad, pues su valor numérico decrece cuando la uniformidad aumenta. Los suelos con  $C_u < 3$  se consideran muy uniformes; los coeficientes típicos son de 1.2 a 2 para arena uniforme fina o mediana y limo inorgánico uniforme, para materiales de buena graduación, el coeficiente varia de 5 a 10 para arena limosa, de 4 a 6 para arena fina y gruesa, de 15 a 300 para arena limosa y grava, y de 25 a 1000 para una mezcla de arcilla, limo y grava.

- **COEFICIENTE DE CURVATURA.**- Es un dato complementario para definir la uniformidad del suelo, con la expresión:

$$C_c = [D_{30}]^2 / [D_{60} \times D_{10}] \quad (3.2)$$

donde:

- $D_{30}$  : se define análogamente que  $D_{10}$  y  $D_{60}$  anteriores

Esta relación tiene un valor entre 1 y 3, en suelos bien

graduados, con amplio margen de tamaños de partículas y cantidades apreciables de cada tamaño intermedio.

La granulometría ofrece un medio sencillo y evidente para la clasificación de los suelos en forma de agrupar por sus características sean estos gravas, arenas, arcillas, limos, etc.

#### III.1.1.2.2.- TEXTURA.

Es la apariencia superficial, que depende del tamaño, forma y graduación de las partículas. Estos varían no solamente de tamaño, sino también en área superficial y forma.

Es función del área superficial por unidad de masa, la absorción; así como, la forma de la partícula influye en la densidad máxima, en la compresibilidad, en la resistencia al esfuerzo cortante, y en otras propiedades. Las partículas de grava, arena y limo generalmente tienen tres dimensiones principales del mismo orden de magnitud; dichas partículas se llaman abultadas. Las partículas abultadas pueden ser angulares o casi redondas. Los suelos de granos gruesos de partículas angulares tienen mayor resistencia y capacidad de carga que los que tienen partículas redondeadas.

#### III.1.1.2.3.- DENSIDAD DEL SUELO.

Es la medida de concentración de las partículas en una masa de suelo; también es un índice de compresibilidad; los suelos más compresibles son los que tienen menor densidad.

La densidad se puede expresar numéricamente como relación de vacíos y porosidad.

Tenemos:

$$e = [V_v / V_s] \quad (3.3)$$

donde:

e : relación de vacíos

$V_v$  : volumen de vacíos

$V_s$  : volumen de sólidos en la masa

También:

$$V_t = [V_v + V_s] \quad (3.4)$$

donde:

$V_t$  : Volumen total de la masa

También:

$$n = [V_v / V_t] \times 100 \quad (3.5)$$

donde:

$n$  : porcentaje de porosidad

Se tiene que la densidad relativa ( $D_d$ ) es una medida de la compactación de un suelo con una relación de vacíos ( $e$ ) donde el Máximo de vacíos es  $e_{m\acute{a}x}$  y el Míximo  $e_{m\acute{i}n}$ .

Tenemos:

$$D_d = [(e_{m\acute{a}x} - e) / (e_{m\acute{a}x} - e_{m\acute{i}n})] \times 100 \quad (3.6)$$

#### III.1.1.2.4.- CONTENIDO DE HUMEDAD.

También llamado Contenido de Agua, tiene una importante influencia en el comportamiento de suelos. El contenido de agua, en la base seca en porcentaje esta dada por:

$$W = [W_w / W_s] \times 100 \quad (3.7)$$

donde:

$W$  : Contenido de humedad

$W_w$  : Peso del agua en una masa de suelo

$W_s$  : Peso de sólidos en la masa

También:

$$W_t = [W_w + W_s] \quad (3.8)$$

donde:

$W_t$  : Peso total de la masa húmeda

El grado de saturación, en porcentaje, esta dada por:

$$S = [V_w / V_v] \times 100 \quad (3.9)$$

donde:

$V_w$  : Volumen de agua en la masa

$V_v$  : Volumen total de vacíos

La saturación, la densidad y el contenido de humedad se relacionan mediante:

$$S_e = wG \quad (3.10)$$

Donde:

$G$  : Gravedad específica de los sólidos en la masa.

Por tanto en un suelo completamente saturado, la relación de vacíos es proporcional al contenido de agua.

#### III.1.1.2.5.- CONSISTENCIA.

Describe la condición de los suelos de grano fino suaves, firmes o duros. La resistencia al esfuerzo cortante y la capacidad de carga varían significativamente con la consistencia.

Sobre esto se detallará con más profundidad en los siguientes ítems.

#### III.1.1.2.6.- PLASTICIDAD.

Siempre el ingeniero está interesado en las propiedades fundamentales de los suelos, tales como: resistencia, compresibilidad, permeabilidad, etc. Hoy éstas propiedades pueden medirse dentro de una aproximación razonable; por otro lado los trabajos de Atterberg y A. Casagrande permiten manejar una nueva magnitud en los suelos finos, trabajando con las muestras de suelo.



Esta magnitud es la Plasticidad cuya utilidad radica en que es posible establecer correlaciones entre sus valores y las propiedades fundamentales del suelo.

El uso de la plasticidad y el manejo de los valores correspondientes son datos preliminares de un suelo para un proyecto no eximiendo la necesidad de realizar pruebas mas detalladas como compresibilidad, resistencia al esfuerzo cortante, etc. pero permite identificar y clasificar los suelos.

Por lo tanto la Plasticidad proporciona una orientación previa de información para el desarrollo de una obra.

La Plasticidad es propiedad de un material por la que es capaz de soportar deformación rápida, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse.

Sin embargo ésta propiedad no es general para todo tipo de suelo ya que los suelos granulados no se exhiben en ninguna circunstancia; tampoco en los suelos finos es permanente sino que es circunstancial ya que depende del contenido de agua que tenga.

Según el contenido de humedad el suelo puede ser consistente en:

- 1.- Estado líquido.- Con propiedades y apariencia de suspensión.
- 2.- Estado semilíquido.- Con propiedad de un fluido viscoso.
- 3.- Estado Plástico.- El suelo se comporta según la definición de plasticidad.
- 4.- Estado Semi-sólido.- Apariencia de sólido que disminuye de volumen si se sigue secando.
- 5.- Estado Sólido.- Cuando el volumen del suelo no varía con el secado.

#### III.1.1.2.7.- PERMEABILIDAD.

Es la capacidad de un suelo para conducir o descargar agua

cuando se encuentra bajo un gradiente hidráulico, esto depende de la densidad del suelo, del grado de saturación y del tamaño de las partículas.

El fundamento es el transporte de flujo a través del suelo, esto por la velocidad y forma en que atraviesa por ejemplo cuando las líneas de flujo permanecen sin juntarse entre si se dice que es laminar, por el contrario cuando las líneas de flujo se entremezclan y dan lugar a turbulencias se dice que es turbulento, sucede también para las velocidades, en el laminar la velocidad es baja y en el régimen turbulento es todo lo contrario.

La permeabilidad de los suelos está influida por las características siguientes:

- La relación de vacíos entre partículas.
- Tamaño de partículas.
- Estructura.
- El grado de saturación.
- Composición mineralógica y físico-químico del suelo (Existencia de agujeros, fisuras, etc.)
- Temperatura.

Los suelos de granos gruesos son altamente permeables y tienen coeficientes altos de permeabilidad; los suelos de granos finos son mucho menos impermeables y tienen coeficientes más bajos.

El coeficiente de permeabilidad ( $k$ ), esta dado en cm/s, y se define por la Ley de Darcy:

$$Q = kiA \quad (3.11)$$

donde:

$Q$  : velocidad de flujo del agua (gasto o caudal) a través de la masa solida, en  $\text{cm}^3/\text{s}$

$i$  : gradiente hidráulico o carga total perdida por unidad de longitud de flujo, en  $\text{cm}/\text{cm}$ .

$$i = [h_1 - h_2] / L$$

donde  $h_1$  y  $h_2$  son las alturas de entrada y salida respectivamente y  $L$  es la longitud de suelo atravesada por el flujo.

$A$  : área total transversal del suelo a través del cual tiene lugar el flujo, en  $\text{cm}^2$

$k$  : es una constante de proporcionalidad (Darcy dio el nombre de coeficiente de permeabilidad), del valor numérico de  $k$  se reflejan propiedades físicas del suelo y del fluido circundante.

Por otra parte, la ecuación de continuidad del gasto establece que:

$$Q = Av$$

donde:

$v$  : velocidad del flujo.

#### III.1.1.2.8.- COMPRESIBILIDAD.

Es importante en la Ingeniería Geotécnica principalmente porque indica las perspectivas de asentamiento. Esta deformación ordinariamente tiene lugar debido a un cambio en la posición de las partículas en una masa de suelo. La compresión las acomoda aún más. La Compresibilidad depende del tipo de suelo, densidad, historia de las cargas previas, manejo de la muestra y magnitud del incremento del esfuerzo relativo de la carga existente en cualquier punto. Se dice que es la deformación de los suelos bajo cargas. Estas deformaciones son propias de las partículas que los componen, así como el movimiento relativo entre ellos. Existe compresibilidad para suelos granulares y para suelos cohesivos. Para suelos Granulares (terraplenes, pedraplanos y enrocamientos) es necesario lo siguiente:

##### - COMPRESIBILIDAD EN COMPRESIÓN ISOTRÓPICA.

Cuyas propiedades físicas, son idénticas en todas las

direcciones, cuando se cargan puede ocurrirles grandes deformaciones volumétricas, éstos producen rodamientos y deslizamientos de las partículas y como resultado ejercen fuerzas tangenciales de consideración en los puntos de contacto entre ellos. Estas fuerzas se neutralizaran en cualquier plano que corte a un conjunto de puntos de contacto.

- **COMPRESIBILIDAD EN COMPRESIÓN CONFINADA.**

Se utilizan para estimar la resistencia al esfuerzo cortante de suelos. Cuando se somete a una muestra cilíndrica a una carga axial sin soporte lateral, el esfuerzo cortante (cohesión Unitaria) - cuando ocurre la falla - es aproximadamente igual a la mitad del esfuerzo de compresión, o sea, la fuerza compresiva no confinada del suelo.

- **COMPRESIBILIDAD EN COMPRESIÓN TRIAXIAL.**

Constituye otro medio para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo. En general se aplica presión líquida sobre los lados de la muestra las cuales no se detallan en el presente trabajo.

Para los suelos cohesivos es necesario lo siguiente:

- **CONSOLIDACIÓN.**

La deformación de los suelos cohesivos es un problema de mucho interés, por ser causa de graves deficiencias de comportamiento. El proceso de reducción de volumen de los suelos finos cohesivos (arcillas y limos plásticos) es el proceso de consolidación en el transcurso de un tiempo generalmente largo.

La consolidación se investiga cuantitativamente con aproximación razonable, realizando la prueba de compresión confinado o consolidación unidimensional en suelos inalterados. Se puede así calcular la magnitud y la velocidad de los asentamientos probables debido a las cargas apacibles.

- **ASENTAMIENTOS Y EXPANSIONES.**

Llamados hundimientos que consiste en la transmisión de

la carga exterior, originalmente tomada por el agua de los pozos, a la estructura sólida del suelo, ésta transmisión va acompañado de una disminución de volumen y de la correspondiente pérdida de agua intersticial que se drena a través de las fronteras permeables del estrato llamado también consolidación primaria.

- **CONSOLIDACIÓN SECUNDARIA.**

Aparte de lo descrito anteriormente existe otra fuente de deformación debido a afectos discretos de reacomodo de partículas minerales, que permite adaptarse a estructuras mas cerradas.

**III.1.1.2.9.- RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE.**

Es el esfuerzo cortante en una masa de suelo al momento de la falla o cuando ocurre un desplazamiento continuo con un esfuerzo relativamente constante. La resistencia al esfuerzo cortante en general es un factor importante para determinar la capacidad máxima de carga de suelos, la estabilidad de terraplenes y la presión contra muros de retención. Varía con el tipo de suelo, profundidad y perturbaciones estructurales. También varía con cambios estacionales del nivel de agua en la tierra, saturación capilar, contenido de humedad y filtración.

Generalmente se determina la resistencia al esfuerzo cortante en pruebas de laboratorio, con muestras bajo cargas normales constantes.

**III.1.1.3.0.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS.**

Los aspectos que deben tenerse en cuenta en los suelos se resume en:

- 1.- Clasificación petrográfica.
- 2.- Características granulométricas (tamaño, graduación, etc.)

- 3.- Forma (laminar, equidimensional, angulosos, sub-angulares, sub-redondeadas, redondeadas)
- 4.- Características de la superficie (lisa, rugosa, etc.)
- 5.- Grado de alteración (sanos, alterados, manchas, lustres, sonido, desintegraciones.
- 6.- Estructura (como están de colocados entre sí)
- 7.- Estratigrafía (indica el espesor, tipo de material, sinclinidad, etc.)
- 8.- Compacidad (suelto, poco compacto, compacto, muy compacto, muy suelto)
- 9.- Cementación (nula, ligera, media, alta)
- 10.- Condiciones de humedad (seco, poco húmedo, muy húmedo, saturado)
- 11.- Características de drenaje.- Se refiere a la facilidad con la que un deposito de material pueda drenarse en el caso de que llegue a saturarse (nulas, malas, medias, buenas)

Estas características dependen tanto de las propiedades hidráulicas de los materiales constituyentes como la topografía y la naturaleza de las formaciones geológicas circundantes.

#### III.1.1.4.0.- PROGRAMA DE EXPLORACIÓN DE CAMPO.

Se hizo contando con el proyecto de ampliación y mejoramiento hecho por el M.T.C. donde están ubicados las estructuras que lo conforman. Haciendo la respectiva hipótesis del sub-suelo para planear el tipo de exploración acorde a los requisitos que se buscan. Los pasos que se siguieron es como sigue:

#### III.1.1.4.1.- RECONOCIMIENTO.

Con la ayuda de planos topográficos, informes, etc. elaboramos

la hipótesis de la geología sobre las deformaciones del suelo y sub-suelo del área en estudio; la cual se concluyó con visitas al mismo lugar.

#### III.1.1.4.2.- INVESTIGACIÓN PRELIMINAR.

Consta en el sondeo de excavaciones a mano y/o a máquina, cuyo objeto es verificar la hipótesis y determinar la profundidad, espesor y tipo de los diferentes estratos de suelos, así como la posición de la napa freática. Estas investigaciones consisten en:

##### III.1.1.4.2.1.- EJECUCIÓN DE CALICATAS.(C)

Las calicatas consistieron en excavaciones a cielo abierto, en forma rectangular de sección 1.5 x 0.8 mts. y una profundidad variable según la ubicación del nivel freático, la inestabilidad del suelo o la presencia de bolonería.

El objeto de realizar éste tipo de perforación, es la de obtener muestras alteradas que permitan conocer el perfil estratigráfico del suelo y obtener muestras inalteradas de los estratos más representativos, que proporcione información de los parámetros de resistencia y compresibilidad del suelo.

Se ejecutaron 18 calicatas denominados: C-1, C-2, ...y C-18 (ver plano S-1), hasta una profundidad promedio de 3 metros, distribuidas convenientemente en el área que comprende la zona actualmente operativa del aeropuerto a ambos lados del eje de la pista de aterrizaje.

Las calicatas se ubicaron en todo la franja de seguridad por ser éstos representativos para nuestro objetivo y por existir suelos firmes, ya que se contó para este trabajo con ayuda de una Pala Mecánica.

Ver en la siguiente página el cuadro 3.1 donde se resume la exploración de campo de cada calicata; llámese ubicación, nivel del terreno, profundidad explorada y el nivel freático encontrado.

NOTA.- El resumen de Ensayos Estandar de Laboratorio, los registros de sondajes, el Análisis Granulometrico por tamizado y el resumen granulometrico de las excavaciones (Calicatas), con las descripciones del tipo de suelo encontrados se presentan en el Volumen II, anexo S-1 del presente estudio.

RESUMEN DE CAMPO DE LAS CALICATAS

CALICATAS				CUADRO 3.1	
CODIGO	UBICACION		NIVEL TERRENO	PROFUNDID. EXPLORADA	NIVEL FREATICO
	EJE DE PISTA				
	Km.	m.- Lado	m.s.n.m.	m.	m.s.n.m.
C-1	0+440	60-E	823.45	5.00	819.25
C-2	0-006	79-E	822.80	4.00	819.60
C-3	0+000	56-W	822.32	4.00	819.12
C-4	0+131	55-W	822.42	3.50	819.02
C-5	0+446	62-W	823.28	4.00	819.48
C-6	0+640	60-W	823.40	3.50	*
C-7	0+800	55-W	824.07	4.00	820.57
C-8	1+000	50-W	824.60	3.75	821.30
C-9	1+200	54-W	825.45	3.00	822.95
C-10	1+400	55-W	826.68	3.50	823.38
C-11	1+600	56-W	826.28	2.50	824.08
C-12	1+800	62-W	826.22	3.50	822.92
C-13	1+800	54-E	826.45	2.80	*
C-14	1+600	48-E	826.50	3.50	823.20
C-15	1+400	55-E	826.76	3.00	823.77
C-16	1+200	53-E	825.40	3.00	822.60
C-17	1+000	53-E	824.85	3.50	821.75
C-18	0+800	55-E	824.32	1.65	*



donde: Km. : Kilometraje  
m. : Metros (distancia)  
Lado : Orientación respecto al eje de pista  
m.s.n.m. : Metros sobre el nivel del mar.  
\* : Nivel Freático en observación.

#### III.1.1.4.2.2.- EJECUCIÓN DE POSTEADORAS MANUALES.(P)

El objeto es lo mismo que el de las calicatas sólo que con esto no es posible obtener muestras inalteradas; este tipo de trabajo se realizó con mayor énfasis en las zonas de las posibles ampliaciones por su manejabilidad en suelos relativamente blandos, debido a su facilidad de manejo y poco peso.

La ejecución de este tipo de perforaciones se hizo en las zonas bajas tanto en el sector norte y sector sur respectivamente; por ser lugares inaccesibles para el uso de la Pala Mecánica.

Se ejecutaron 16 excavaciones con posteadoras, manuales; denominados: P-1, P-2, ...y P-16; (ver plano S-1) hasta una profundidad promedio de 5.00 metros, y seleccionando las respectivas muestras que serán analizadas más adelante.

Ver en la siguiente página el cuadro 3.2 donde se resume la exploración de campo de cada calicata; llámese ubicación, nivel del terreno, profundidad explorada y el nivel freático encontrado.

NOTA.- El resumen de Ensayos Estandar de Laboratorio, los registros de sondajes, el Análisis Granulométrico por tamizado y el resumen granulométrico de las excavaciones (Posteadoras Manuales), con las descripciones del tipo de suelo encontrados se presentan en el Volumen II, anexo S-2 del presente estudio.

**RESUMEN DE CAMPO DE POSTEADORA MANUAL**

POSTEADORA MANUAL			CUADRO 3.2		
CODIGO	UBICACION		NIVEL TERRENO	PROFUNDID. EXPLORADA	NIVEL FREATICO
	EJE DE PISTA				
	Km.	m.- Lado	m.s.n.m.	m.	m.s.n.m.
P-1	0-305	--	820.62	4.00	819.32
P-2	0+770	148-E	823.56	3.00	823.16
P-3	0+694	62-E	823.65	4.00	823.15
P-4	0+140	60-E	822.90	5.50	821.40
P-5	0-095	72-E	821.95	4.00	820.65
P-6	0-100	70-W	819.96	3.45	*
P-7	0-552	78-W	820.73	5.30	*
P-8	0-630	158-E	818.92	5.00	818.46
P-9	0-262	120-W	820.50	2.00	*
P-10	0-783	148-E	818.92	5.00	818.52
P-11	-1-070	12-W	816.10	3.00	814.70
P-12	1+992	--	821.70	3.50	821.90
P-13	2+100	25-W	821.50	3.50	+821.70
P-14	2+145	14-E	821.71	2.50	*
P-15	2+195	32-W	821.55	3.50	+821.70
P-16	2+292	--	821.78	4.30	+821.80

Km. : Kilometraje

m. : Metros (distancia)

-- : Proy. del eje de pista

\* : Niv.Freático en obs.

+ : Cota sup. al terreno

m.s.n.m. : Metros sobre nivel del mar

Lado. : Orientación respecto al eje de la pista

### III.1.1.4.2.3.-ENSAYOS DE PENETRACION TIPO CONO HOLANDES.(CPT)

Este data de los años 20 (fig. III-1); sin embargo, no es sino hasta los años 60, cuando gana mayor aceptación en muchos países debido a la popularidad que adquiere el cono eléctrico. Este es un ensayo rápido de ejecutar y es capaz de dar gran cantidad de información continua del suelo y por consiguiente obtener en menor tiempo y con mayor precisión las propiedades y características del suelo (Begmman, 1957).

La variante principal entre un penetrómetro tipo cono holandés y otro, está básicamente en la punta de penetración, pues de allí es donde se obtiene la información del suelo, así tenemos:

**TABLA 3.1 CAPACIDADES DE MEDICION DEL CONO HOLANDES**

<b>VARIABLES MEDIDAS</b>	<b>TIPOS DE CONO</b>
1. Resistencia de Punta 2. Resistencia de Fricción 3. Relación de Fricción	<b>CONO MECANICO</b>
4. Profundidad de Medición	<b>CONO ELECTRICO</b>
5. Inclinação con la Vertical 6. Presión de Poro	<b>PIEZOCONO</b>
7. Velocidad de propagación de Ondas	<b>CONO SÍSMICO</b>
8. Temperatura 9. Resistencia Eléctrica 10. Conductividad Eléctrica 11. Densidad Relativa	<b>CONO MULTISENSOR</b>

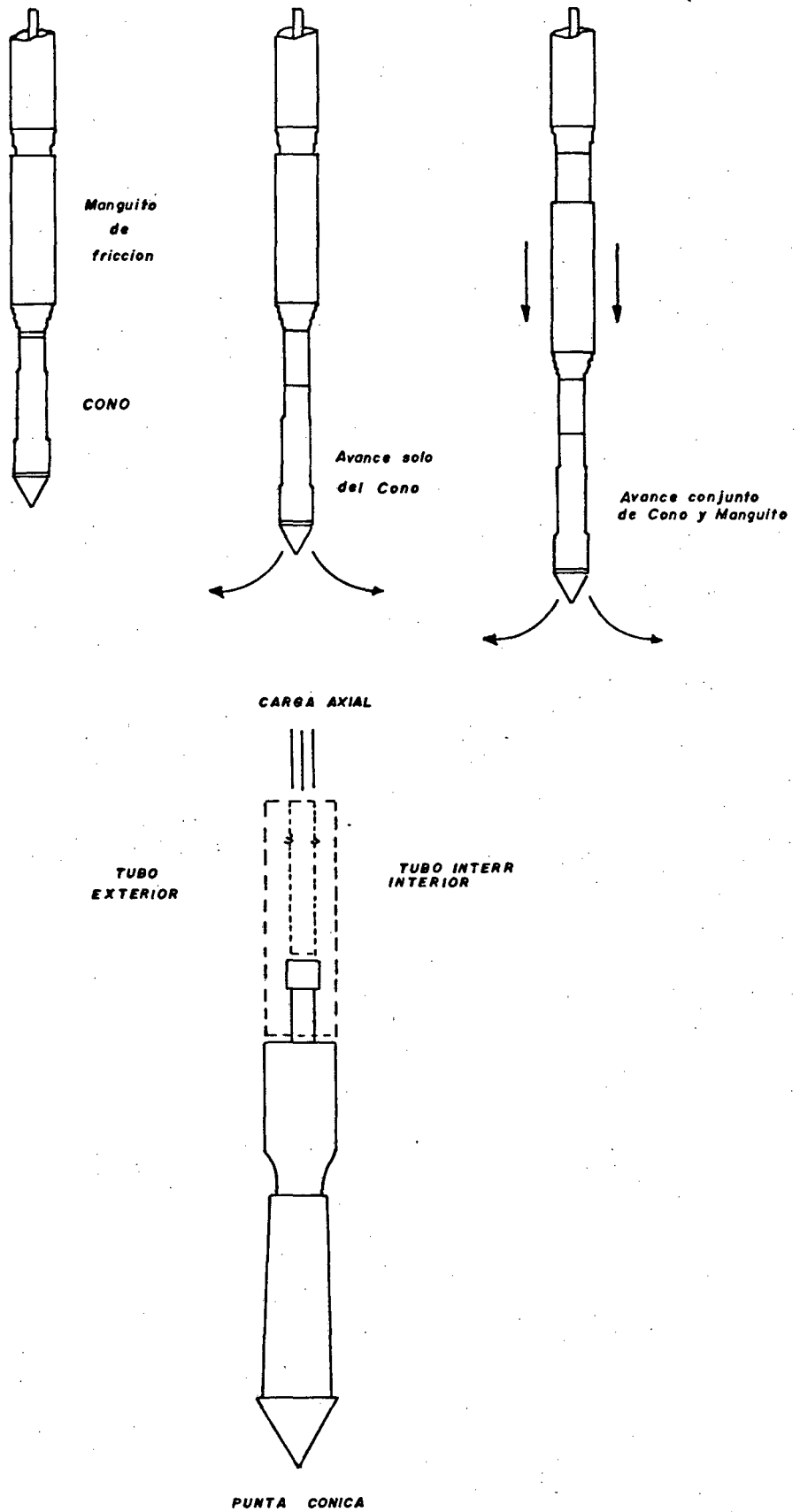


FIG. III-1 CONO HOLANDES

Existen varios tipos de conos:

- Cono Mecánico
- Cono Eléctrico
- Piezocono
- Cono Sísmico
- Cono Multisensor

De los cuales solo se detallará el cono mecánico pues con este tipo se hicieron las pruebas. Este es un penetrómetro cuya punta de penetración tiene dos variantes:

- a) La Delft, que únicamente permite obtener la resistencia de punta "qc" (fig. III-2)
- b) La Begmman que sirve para determinar la resistencia por punta "qc" y la fricción lateral "fs" (fig. III-3).

El tipo de cono holandés usado en el presente trabajo de investigación es el cono mecánico con punta Delft, este cono tiene dos fuegos de barras, uno exterior hueco, de 36 mm de diámetro, y otro interior sólido de 15 mm de diámetro.

Las barras poseen sendas roscas para unirse entre sí. La barra interior está conectada a la punta del cono, esta punta tiene 60° de ángulo en el vértice, un diámetro igual al de la barra exterior y un área de 10 cm<sup>2</sup>. La barra exterior está conectada al cono, el cual puede correr libremente hasta 70 mm empujado por ésta.

La fuerza para introducir el cono manualmente es por medio de poleas y cadenas, la capacidad es de 2.5 toneladas y pesa aproximadamente 80 Kg, puede ser transportado por avión o en un vehículo pequeño.

Antes de iniciar la prueba, es necesario anclar el equipo al terreno, esto se logra con unos espirales especiales ó aplicando carga sobre la base.

Las variables que se miden en la prueba del cono mecánico son:

z : profundidad de medición (mts.)

- ① Punta cónica
- ② Funda cónica
- ③ Cople
- ④ Barra sólida

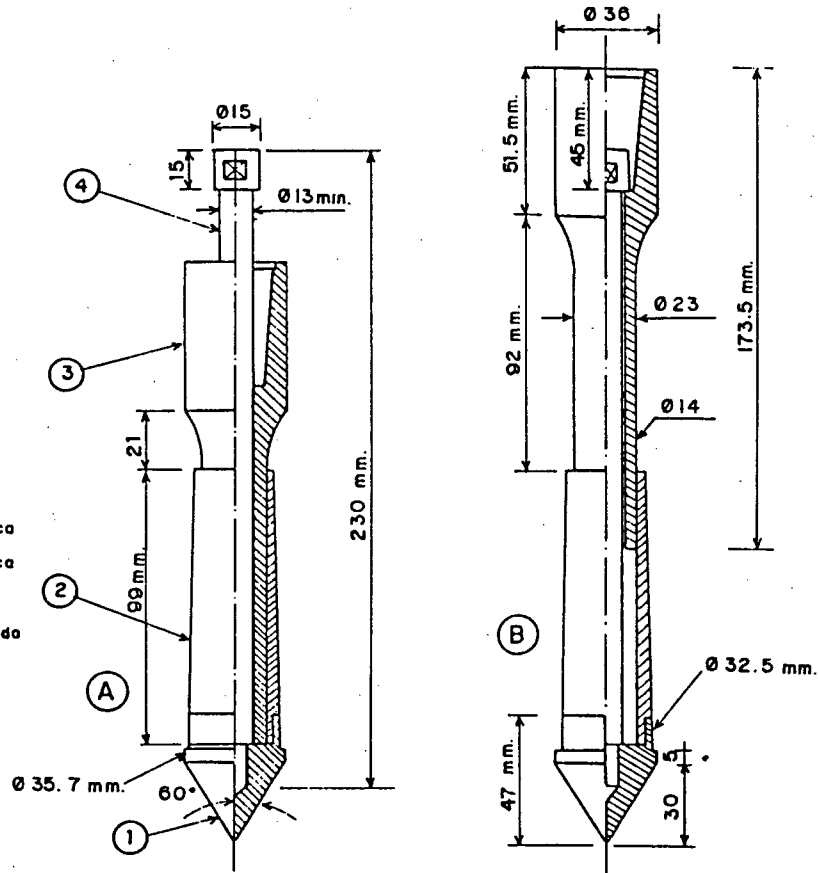


FIG. III-2 PUNTA DELFT (Sanglerat, 1972)

- ① Punta cónica
- ② Funda cilíndrica
- ③ Funda de fricción
- ④ Cople
- ⑤ Barra sólida

- (A) Posición cerrada
- (B) Posición extendida

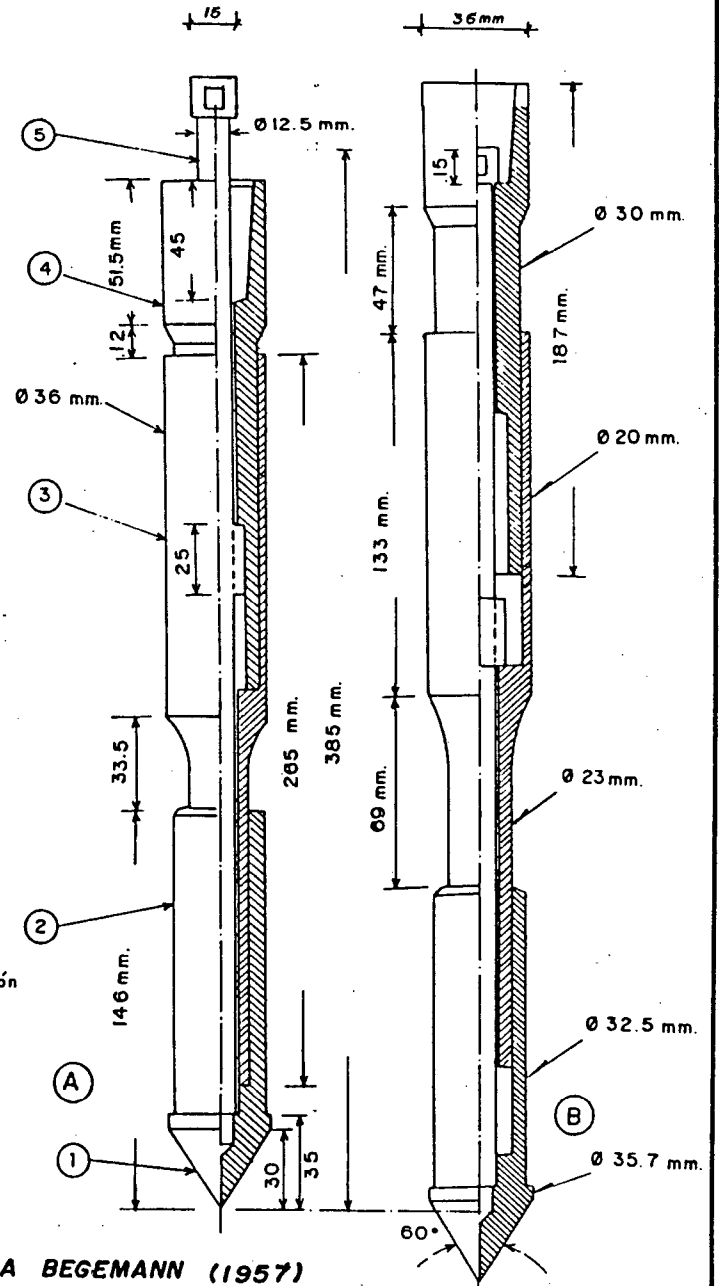


FIG. III-3 PUNTA BEGEMANN (1957)

Qc : fuerza para hincar la punta cónica (Kg)

Rt : Fuerza para hincar la punta cónica y la funda de fricción (Kg)

Tenemos:

$$q_c = [Q_c / A_c] \quad (3.11)$$

donde:

A<sub>c</sub> : Área transversal del cono (10 cm<sup>2</sup>)

q<sub>c</sub> : resistencia de punta (Kg/cm<sup>2</sup>)

también:

$$f_s = [R_t - Q_c] / A_f \quad (3.12)$$

donde:

A<sub>f</sub> : Área lateral de la funda (150 cm<sup>2</sup>)

f<sub>s</sub> : resistencia por fricción de la funda (Kg/cm<sup>2</sup>)

En nuestro caso en particular, se trabajo con la punta Delft, en la cual la única información disponible son los valores de "q<sub>c</sub>".

Con los datos recogidos en campo se puede hacer lo siguiente:

### CORRELACIONES EMPÍRICAS

Las pruebas de penetración cónica mecánica, suelen ser muy útiles cuando se emplean correlaciones empíricas que permiten la identificación indirecta del tipo de suelo y la estimación de sus propiedades mecánicas de resistencia y compresibilidad. Entre las correlaciones más importantes tenemos:

a.) CLASIFICACIÓN INDIRECTA DE LOS SUELOS.- Existen muchos gráficos que correlacionan empíricamente los resultados de la prueba de penetración cónica estática con la clasificación del suelo.

Las expresiones más usadas corresponden a Schmertmann (1977), Mitchell (1988), y Douglas - Olsen (1981), presentados en las figuras III-4, III-5 y III-6 respectivamente. Estas expresiones se pueden usar solamente si se conocen los valores de "qc" y "fs".

En nuestro caso solo contamos con valores de "qc", por lo cual tratar de clasificar un suelo con las gráficas recomendadas no fue posible; sin embargo, las figuras III-7 y III-8, muestran perfiles geotécnicos de ensayos típicos de cono holandés, en donde se observa que de acuerdo al tipo de suelo atravesado se tiene un perfil característico, lo que de alguna manera permite conocer en forma preliminar el tipo de suelo existente (De Ruiter, 1977); así por ejemplo las arenas tienden a formar picos y a tener formas menos estables, y las arcillas tienden por lo general a formas más rectilíneas.

Lo anterior indica que el simple hecho de observar un perfil de un ensayo de cono holandés, da una idea preliminar del tipo de suelo existente, estado de suelo y la resistencia aproximada que podría tener el suelo.

**b.) RESISTENCIA DE SUELOS COHESIVOS.** - La resistencia al corte de suelos cohesivos en condiciones no drenadas y saturadas, puede deducirse de una prueba de cono holandés aplicando la expresión dada por Terzagui:

$$q_c = [N * C_u] + *z \quad (3.13)$$

donde:

$q_c$  : resistencia de punta del cono ( $Kg/cm^2$ )

$N$  : coeficiente de resistencia del cono

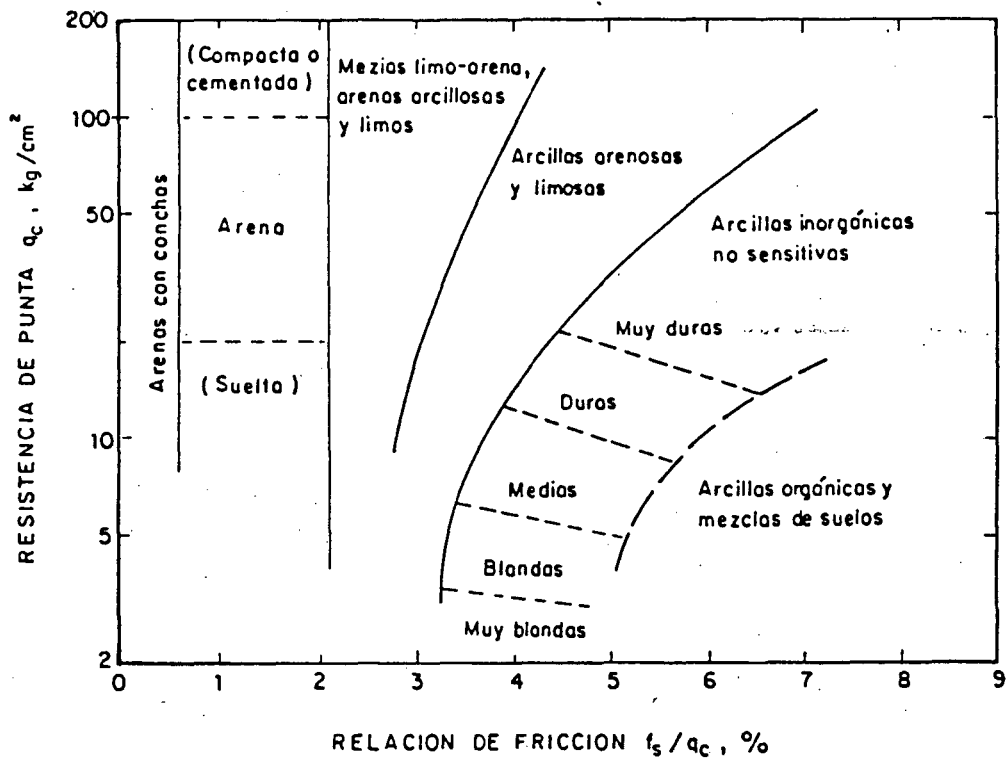
$C_u$  : resistencia al corte no drenada ( $Kg/cm^2$ )

$*$  : peso unitario del suelo ( $Kg/cm^3$ )

$z$  : profundidad de la medición (cm)

Begemann (1963) fue el primero en plantear que de la

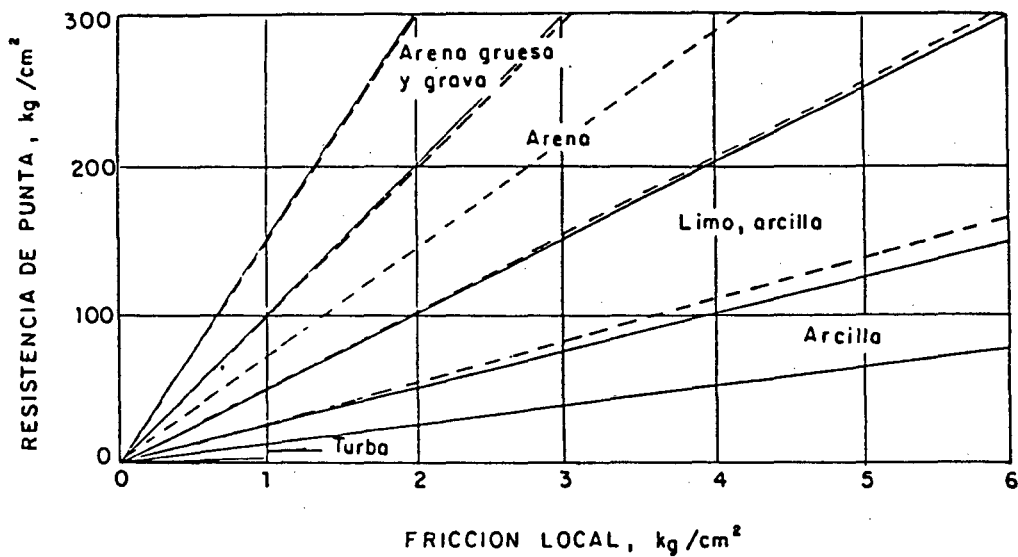




CLASIFICACION DE SUELOS CON PENETROMETRO ESTATICO

(Schmertmann, 1977)

FIG. III-4



CLASIFICACION DE SUELOS CON PENETROMETRO ESTATICO ELECTRONICO.

(Mitchell, 1988)

FIG. III-5

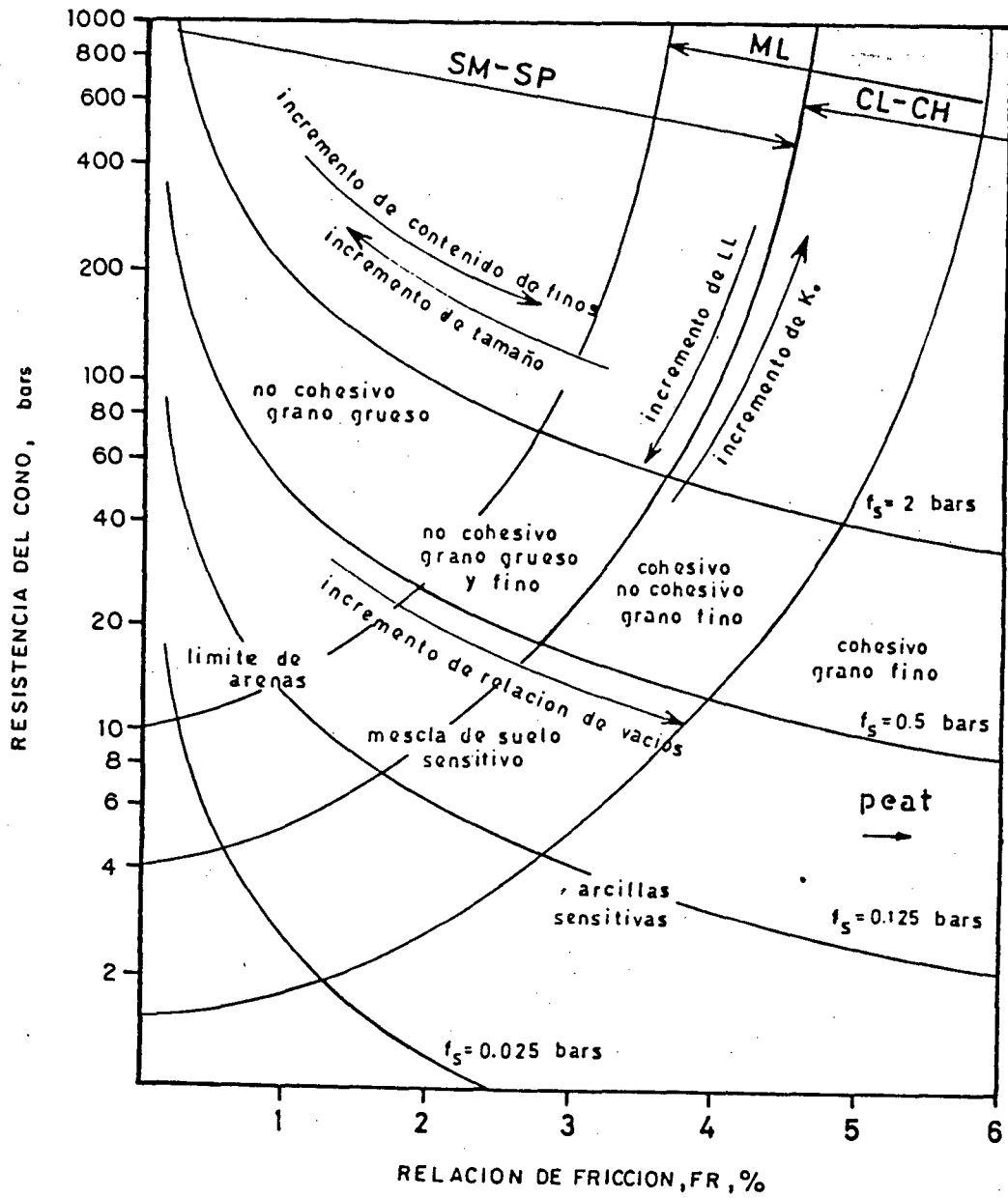
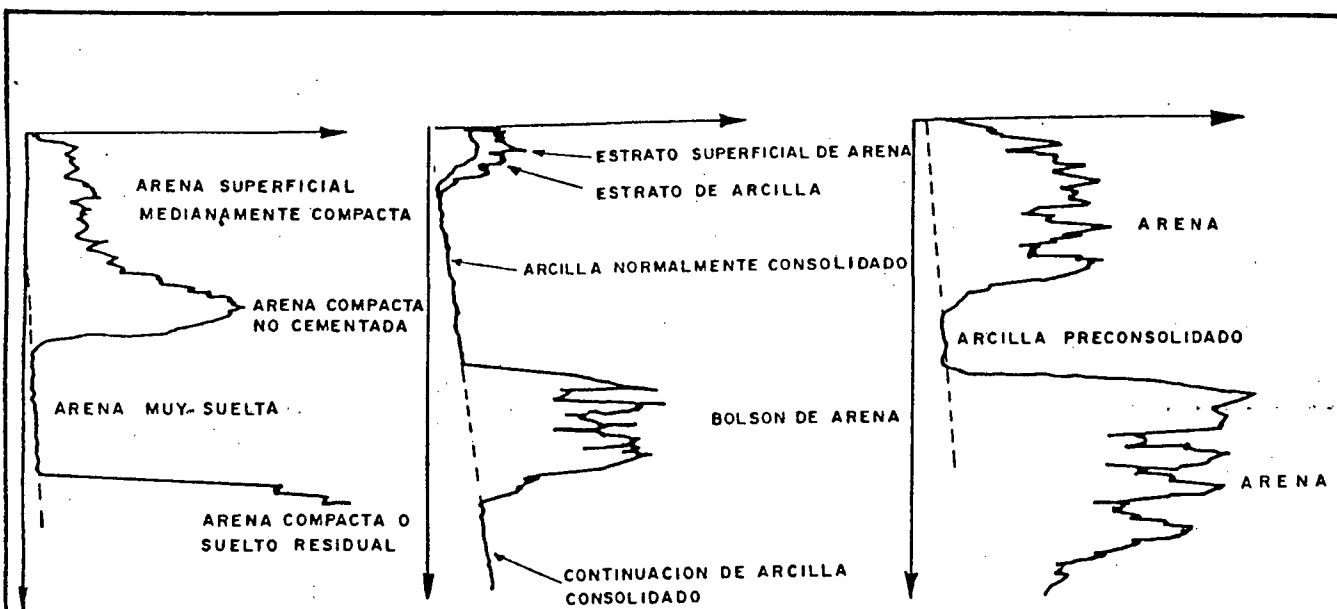


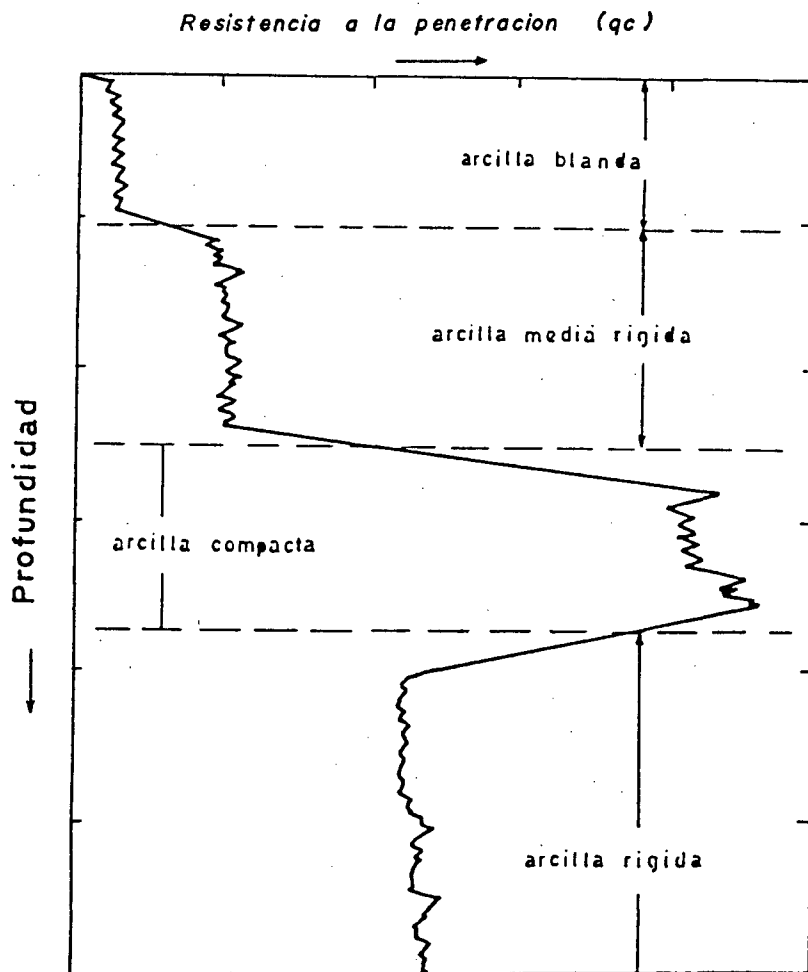
GRAFICO DE CLASIFICACION DE SUELOS USANDO VALORES DEL CONO HOLANDES. (Douglas y Olsen, 1981)

FIG. III-6



PERFILES GEOTECNICOS DEL ENSAYO DE CONO PENETRACION TIPO CONO HOLANDES (Schmertmann, 1977)

FIG. III-7



Perfil tipico del ensayo de Cono Holandes en suelos arcillosos (Schmertmann, 1977)

FIG. III-8

ecuación 3.13, debe eliminarse el termino "\*z" por ser poco significativo, quedando:

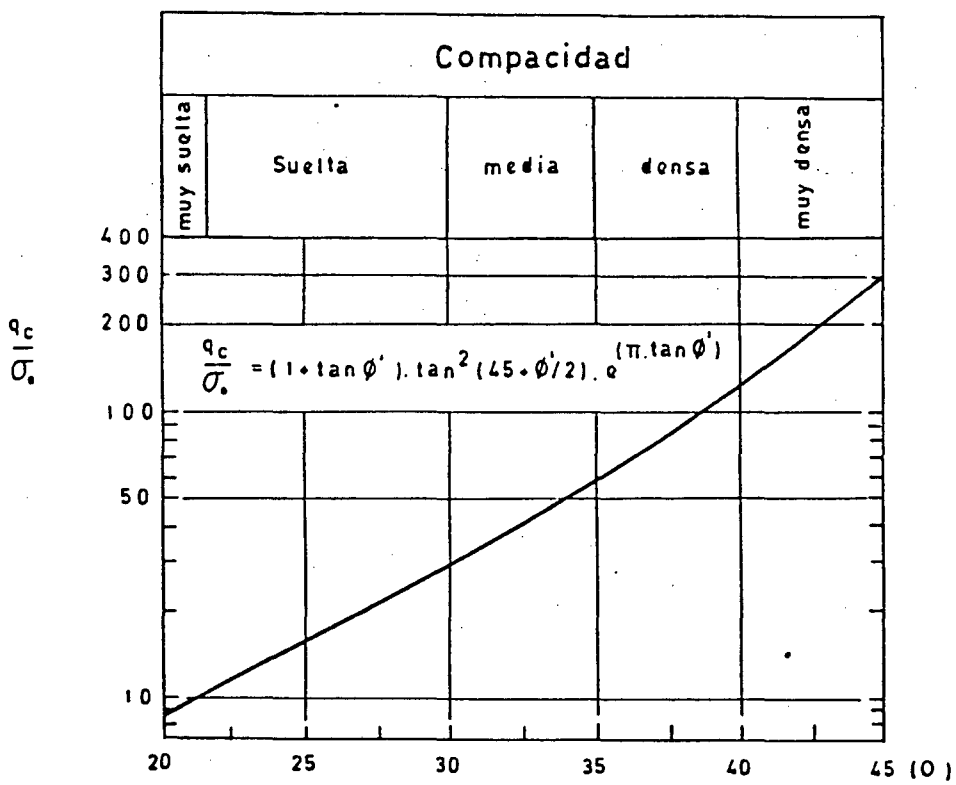
$$C_u = [q_c / N] \quad (3.14)$$

Los valores de "N" están en función del tipo de arcilla (Harr, 1977) y los valores recopilados son los que aparecen en la tabla 3.2 que fueron propuestos por el profesor Mc. Carty (1977), Schmertmann (1977), y la experiencia Japonesa - Brasileña.

**TABLA 3.2 FACTOR DE CORRELACION ENTRE "qc" y "Cu" (N)**

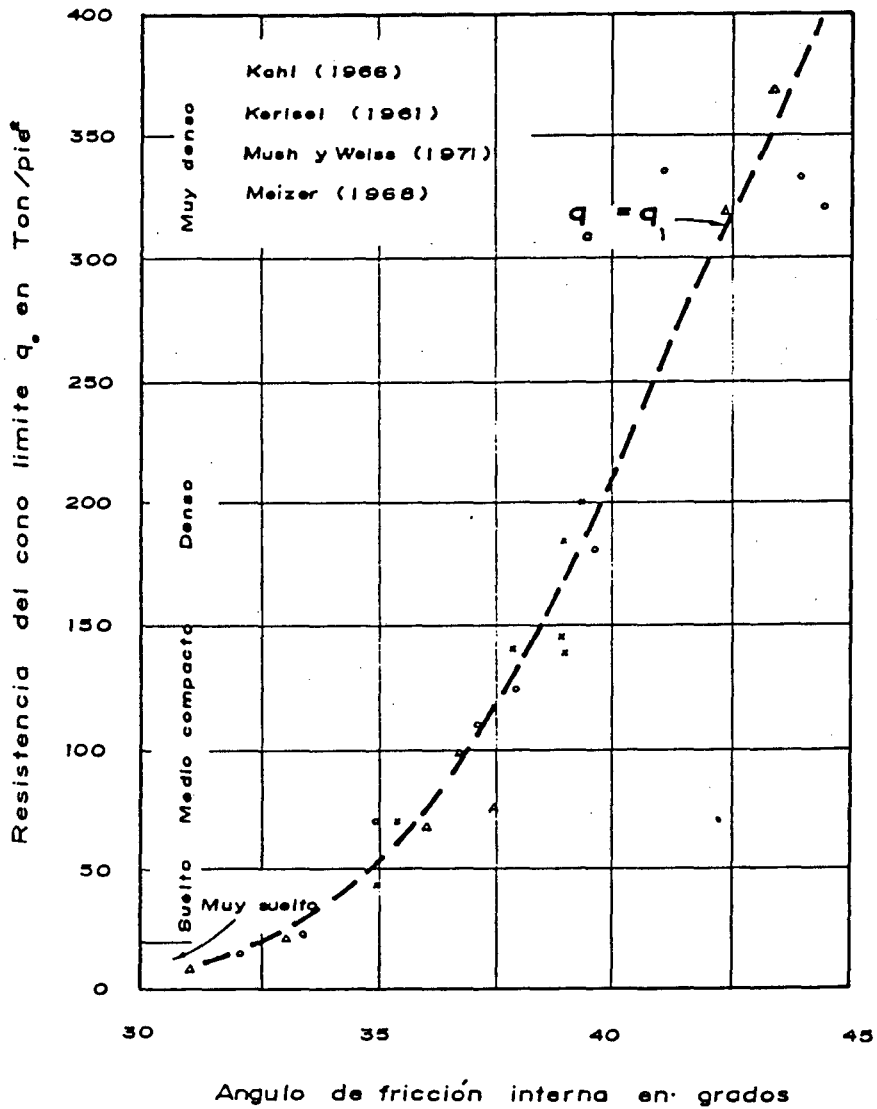
METODOLOGIAS	TIPO DE SUELO	"N"
Mc Carty (77)	Arcilla Normalmente Consolidada ( $q_c < 20$ kg/cm <sup>2</sup> )	15 - 18
	Arcilla Preconsolidada ( $q_c > 25$ kg/cm <sup>2</sup> )	22 - 26
	Arcilla Suave con falla local	10 - 14
Schemertman(77)	Arcilloso	17
Exp. Japonesa	Arcilloso	15
Exp. Brasileña	Arcilloso	20

c.) **RESISTENCIA AL CORTE DEL SUELO NO COHESIVO.** - Existe mucha experiencia y confianza en la utilización del cono holandés en materiales no cohesivos y esto se ha traducido en teorías y métodos que permitan obtener el ángulo de fricción interna del suelo ( $\phi$ ). La expresión más usada es la propuesta por el profesor Harr (1977), la cual da valores similares a los propuestos por Meyerhof (1974) y la propuesta por Roberston y Campanella (1983), la cual es aplicable a arenas normalmente consolidadas, moderadamente compresibles y en las que predomina el material de cuarzo; las gráficas correspondientes a las metodologías mencionadas aparecen en las figuras III-9, III-10 y III-11 respectivamente.



Correlacion de la resistencia de punta y  
el angulo  $\phi'$  de arenas ( Harr, 1977 )

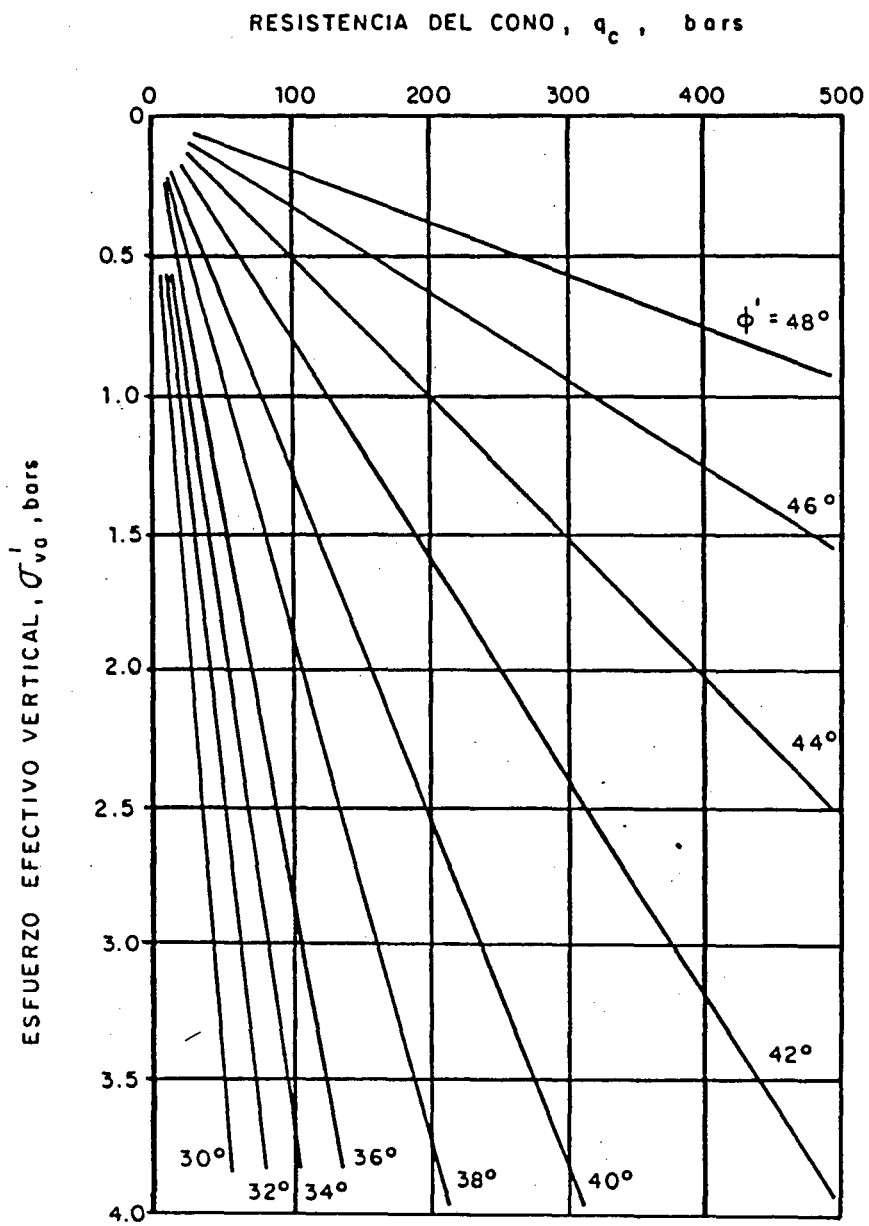
FIG. III-9



VALOR APROXIMADO RESISTENCIA  
 LIMITE DEL CONO-ANGULO DE  
 FRICCIÓN EN ARENAS.

(REF. MEYERHOFF, 1976)

FIG. III-10



CORRELACIONES ENTRE RESISTENCIA DEL CONO Y EL ANGULO DE FRICCIÓN PARA ARENA NO CEMENTADA

(Robertson y Campanello, 1983)

FIG. III-II

d.) **MODULO DE ELASTICIDAD.**— El modulo de elasticidad depende del confinamiento del suelo, a mayor confinamiento, mayor módulo y por consiguiente menos asentamiento. La expresión a usarse es:

$$E = [\ll * qc] \quad (3.15)$$

donde:

E : módulo de Elasticidad

« : constante que depende del tipo de suelo

Los valores de "«" generalmente usados son los propuestos por Sanglerat (1972) y aparecen en la siguiente tabla.

**TABLA 3.3 FACTOR DE CORRELACION ENTRE "qc" Y "«"**  
(Sanglerat, 1972)

TIPO DE SUELO	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	"«"
- Arcilla de baja plasticidad (CL)	< 7	3 - 8
	7 - 20	2 - 5
	> 20	1 - 2.5
-Limo de baja plasticidad (ML)	< 20	3 - 6
	> 20	1 - 3
- Arcilla de alta plasticidad (CH)	< 20	2 - 6
- Limo orgánico	< 12	2 - 8
- Turba	< 7	
	50% < w < 100%	1.5 - 4
	100% < w < 200%	1 - 1.5
- Arena	> 100	1.5

e.) **ESTADO DEL SUELO.**— En suelos arcillosos, Schmertmann (1977) estableció un criterio para verificar si las arcillas son normalmente consolidadas o sobreconsolidadas:

$$qc = [z / 3] \quad (3.16)$$

donde:

z : profundidad del ensayo (pies)



qc : resistencia de punta (Kg/cm<sup>2</sup>)

De cumplirse esta ecuación, entonces el suelo es normalmente consolidado, en caso contrario es sobreconsolidado.

En suelos arenosos, el estado de suelo se evalúa de acuerdo al grado de compactación del mismo, para lo cual usaremos lo que recomienda el Ministerio de Vivienda de España, según aparece en la sgte. tabla

**TABLA 3.4 ESTADO DE SUELO ARENOSO (NORMA ESPAÑOLA)**

Características Mecánicas del Suelo en Estado Natural	
"qc" ( kg/cm <sup>2</sup> )	COMPACIDAD
< 20	Suelto
20 - 40	Poco Compacto
40 - 120	Medio Compacto
120 - 200	Compacto
> 200	Muy Compacto

f.) **DENSIDAD RELATIVA.**- En arenas, la densidad relativa puede determinarse en base al valor de "qc" de resistencia de punta. La precisión de esta correlación está condicionada por la granulometría, cementación, esfuerzos laterales y verticales del suelo. En la figura III-12, aparece la gráfica propuesta por el profesor Baldi Et Al (1981) en la que aparecen superpuestas las gráficas propuestas por Schmertmann (1977).

g.) **CALCULO DE LA CARGA ADMISIBLE.**- Una de las aplicaciones más importantes del cono holandés, es la de avaluar la carga admisible, y para ello se usarán las siguientes expresiones:

En arcillas, la figura III-13 nos proporciona la carga ultima "qu", conociendo el valor de "qc", y se puede usar tanto para zapatas cuadradas y corridas.

Esta gráfica fue propuesta por el profesor Awkati (Gomes, 1984). Para determinar la carga admisible debemos usar un

factor de seguridad igual a 5, según la expresión:

$$q_{ad} = [q_u / F.S.] \quad (3.17)$$

donde:

$q_{ad}$  : carga admisible del suelo (Kg/cm<sup>2</sup>)

$q_u$  : carga última del suelo (Kg/cm<sup>2</sup>)

F.S. : factor de seguridad

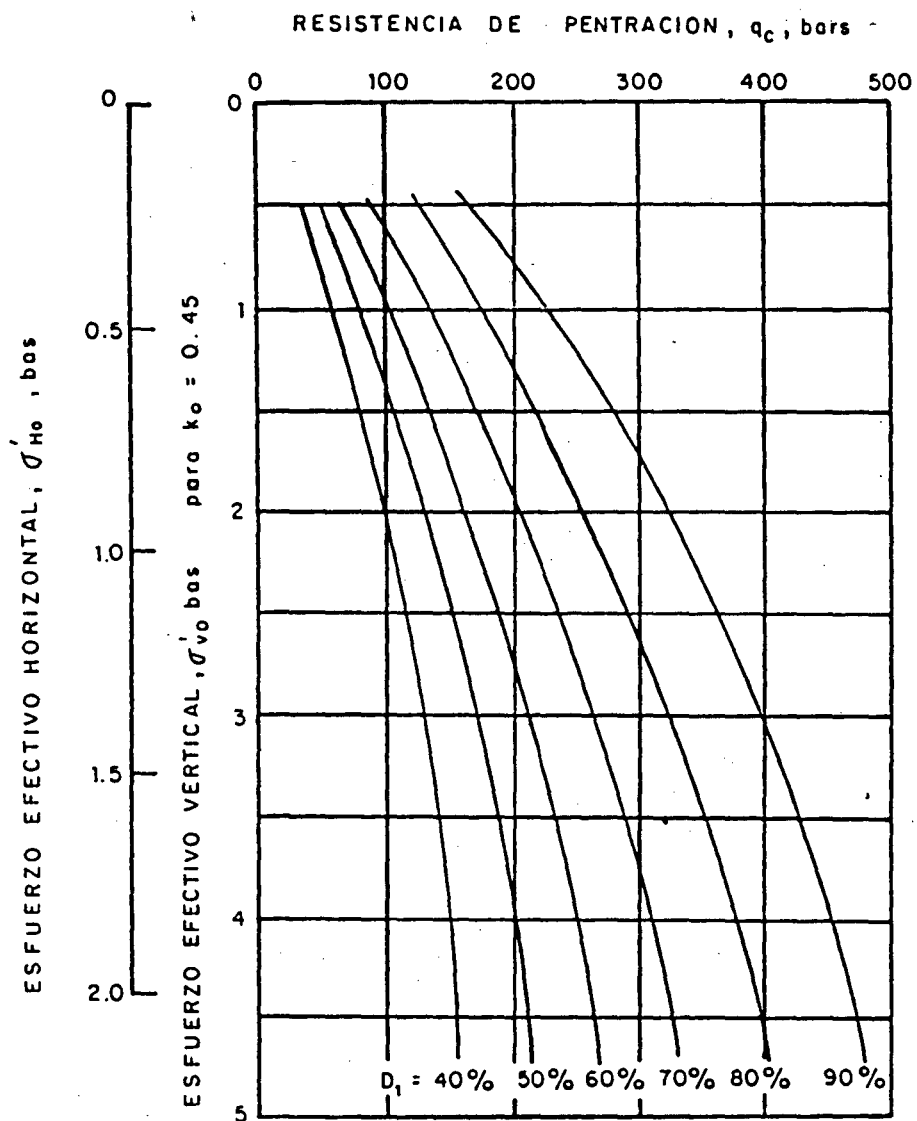
En arenas, la expresión propuesta por Belshow (Gomes, 1984), propone valores de carga admisible, considerando asentamientos máximos de 1 pulgada (Tabla 3.5).

Estos valores consideran que el nivel freático esta a una profundidad debajo de la cimentación igual o mayor a 2 veces el ancho de la cimentación; si el nivel freático esta al nivel de la cimentación se debe disminuir en un 50% los valores de la tabla propuesta; para niveles intermedios del nivel freático, se deben tomar valores intermedios a los propuestos.

**TABLA 3.5 ESTIMACION DE LA CARGA ADMISIBLE EN ARENA USANDO VALORES DE "qc" (M. Belshow)**

qc(kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA ADMISIBLE (KG/CM <sup>2</sup> )				
	B = 4'	B = 5'	B =10'	B =15'	B =20'
30	1.2	1.1	1.0	0.9	0.85
90	4.0	3.6	3.1	3.0	2.90
150	7.0	6.5	5.5	5.25	5.00
210	10.0	9.0	7.5	7.0	6.50
270	12.0	11.0	10.0	9.5	9.00

Este tipo de prueba de campo es rápido de ejecutar y se hizo en todo el área de estudio, llegando a hacer un total de 14; denominados: CPT-1, CPT-2, .....y CPT-14, con profundidades que varían entre 1.4 y 8.1 mts. de donde se obtuvieron los datos respectivos para la posterior elaboración de los registros.



RELACION DE DENSIDAD RELATIVA PARA ARENAS DE CUARZO NO CEMENTADAS  
(Baldi, 1982)

FIG. III-12

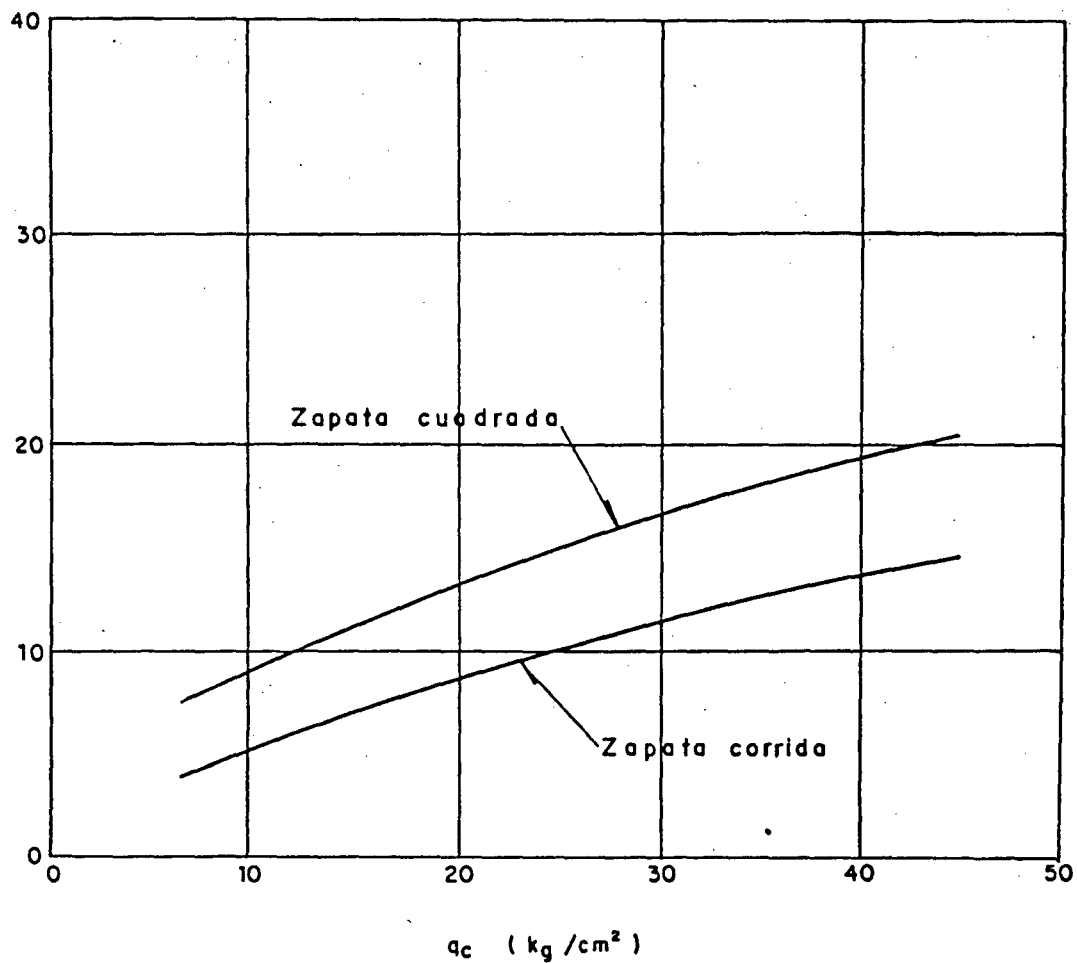


GRAFICO PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD LIMITE DE CARGA DE FUNDACIONES SUPERFICIALES.

( Awkoti, 1984 )

FIG-III-13

**RESUMEN DE EXPLORACION DE CAMPO DE ENSAYOS DE PENETRACION  
TIPO CONO HOLANDES**

<b>CONO HOLANDES</b>			<b>CUADRO 3.3</b>	
<b>CODIGO</b>	<b>UBICACION</b>		<b>COTA TERRENO</b>	<b>PROFUN. EXPLORADA</b>
	<b>eje de pista</b>			
	<b>Km.</b>	<b>m. Lado</b>	<b>m.s.n.m.</b>	<b>m.</b>
CPT-1	0-305	--	820.62	7.20
CPT-2	0+770	148-E	823.56	2.60
CPT-3	0+694	62-E	823.65	3.60
CPT-4	0+140	60-E	822.90	5.40
CPT-5	0-095	72-E	821.95	2.00
CPT-6	0-100	70-W	819.96	2.20
CPT-7	0-552	78-W	820.73	8.10
CPT-8	0-630	158-E	818.76	6.00
CPT-9	0-262	120-W	820.50	6.60
CPT-10	0+250	46-W	822.60	5.00
CPT-11	0+422	45-W	823.20	3.60
CPT-12	1+800	40-W	826.20	1.40
CPT-13	0+910	44-W	824.32	4.80
CPT-14	1+360	45-E	825.30	3.80

Km. : Kilometraje

m. : Metros (distancia)

Lado. : Orientación respecto al eje de la pista

m.s.n.m. : Metros sobre el nivel del mar.

-- : Proyección del eje de pista

Ver cuadro 3.3 que es el resumen de campo de las pruebas de Penetración Tipo Cono Holandés.

NOTA: Los registros de pruebas de penetracion del cono holandés, con las descripciones y análisis del tipo de suelo encontrados, etc. se presentan en el anexo S-3.

### III.1.1.5.0.- EXPLORACIÓN DE TALUDES.

Sobre la observación en campo de taludes se puede diferenciar dos tipos:

#### TALUD NATURAL.

También llamados laderas, en la zona Sur-Oeste se apreciaron taludes de aspecto estable; mientras que en el sector Nor-Oeste a una distancia aproximada de 100 mts. del eje proyectado se evidencia un talud inestable en dirección Oeste-Este que tendría consecuencias en la medida que se tiene proyectado un dren en ladera a la altura de la gota de volteo de la pista.

En esta zona se notan fallas ligadas a la estabilidad de la ladera mencionada; los factores geomorfológicos que ocasionan los deslizamientos en este tipo de laderas se deben a factores internos del suelo como son sus propiedades mecánicas, estados de esfuerzos actuantes, y factores climáticos, así como también el agua sub-superficial y superficial existentes. Este deslizamiento está asociada a falta de resistencia por baja presión de confinamiento; éste tipo de deslizamiento se produce sin una transición brusca entre la parte superficial móvil y las masas inmóviles más profundas.

Se procedió entonces a seguir el alineamiento del dren principal #3 (denominado DP-3) en forma recta y no desviarla por la zona de la ladera, para de esta manera hacer la alcantarilla abovedada bajo el terraplén que existirá en la zona de volteo de la pista de aterrizaje, asegurando así la solidez y confinamiento del suelo que estará asociado a la estructura.

#### TALUD DE DRENES EXISTENTES.

Se ha observado la existencia de deslizamientos o desbordamientos de las paredes laterales, por lo que esto impide el discurrir en forma eficiente el flujo; esto se debe a que los suelos donde están las estructuras existentes (Drenes) no son aptos para tener canales con talud vertical sin revestimiento como se han ejecutado en la misma.

### III.1.1.6.0.- EXPLORACIÓN "ZONA DEL TRAGADERO"

Esta zona "tragadero" denominada así por los lugareños que está ubicada a la altura de la progresiva [0-370] (ver plano P-1), se encontró un material altamente orgánico con características geotecnicas menos favorables que las encontradas en el sondeo denominado CPT-8, con una extensión aproximada de 30m. de largo y un ancho de 2.5m. teniendo una profundidad aproximada promedio de 4.00 mts.; donde se considera necesario hacer un reemplazo de material consistente un enrocado con  $\emptyset > 6"$  hasta cubrir el área o volumen en mención.

De esta manera, se evitan los asentamientos excesivos y se mejora la capacidad portante del terreno, más no así el nivel freático, el cual va ser controlado por los sub-drenes proyectados (ver plano D-1).

### III.1.1.7.0.- ENSAYOS DE LABORATORIO.

Con las muestras inalteradas que se obtuvieron en las calicatas, se realizaron los ensayos de laboratorio con los cuales se clasificaron los suelos y se determinaron sus propiedades de resistencia y compresibilidad; además, las muestras alteradas obtenidas de las calicatas y posteadoras manuales nos sirven para la identificación del tipo de suelo, y así se puede realizar la representación de los perfiles estratigraficos (Plano E-1).

#### III.1.1.7.1.- ENSAYOS ESTÁNDAR.

Consisten básicamente en ensayos de clasificación de suelos según el sistema de clasificación unificado de suelos (SUCS); determinación de los limites de Atterberg (limite líquido, plástico y de contracción), peso específico de sólidos, densidad natural, granulometría y humedad natural, según las normas ASTM:

- |                        |                |
|------------------------|----------------|
| - Limites de Atterberg | ASTM D 4318-84 |
| - Granulometría        | ASTM D 422-72  |

- Clasificación de Suelos                   ASTM D 2487-85
- Peso específico de sólidos                ASTM D 854-83
- Humedad                                     ASTM D 2216-80
- Densidad                                    ASTM D 2167-80

### III.1.1.7.2.- ENSAYOS ESPECIALES.

Con las muestras inalteradas obtenidas de las calicatas realizadas se efectuaron los siguientes ensayos según las normas ASTM:

- Ensayo de Corte Directo                    ASTM D 3080-72
- Ensayo de Compresión No Confinada
- Ensayo de Consolidación Unidimensional

### III.1.1.8.0.- CAPACIDAD PORTANTE.

Con las muestras inalteradas se efectuaron ensayos especiales para determinar los parámetros necesarios, que fueron complementados con el ensayo de penetración tipo cono holandés en relación a valores límites analizados en el ítem de cálculo de la carga admisible.

El análisis de los parámetros geotécnicos a usar para la definición de la capacidad portante permite afirmar la existencia de un valor promedio de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>, con valores oscilando dentro de un rango de 0.4 kg/cm<sup>2</sup> (mínimo) y 1.2 kg/cm<sup>2</sup> (máximo).

### III.1.1.9.0.- REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO.

Se tomaron muestras disturbadas a lo largo de las excavaciones denominadas con la letra "M" y su subíndice de enumeración correlativa de las cuales se analizaron las representativas para determinar las propiedades índices en los ensayos de laboratorio.



Las muestras no analizadas en laboratorio (aprox. 200), han sido clasificadas mediante pruebas de campo y comparadas con materiales similares encontrados y ensayados en laboratorio.

El resumen de los diferentes ensayos de laboratorio se detalla en la siguiente tabla:

### RESUMEN DE ENSAYOS

ENSAYO	CANTIDAD	TIPO
Corte Directo	01	Inalterada
Compresión Simple	02	Inalterada
Peso Especifico	03	Inalterada
Consolidación	03	Inalterada
Contenido de Humedad	50	Alterada
Granulometría	35	Alterada
Limite Liquido	50	Alterada
Limite Plástico	41	Alterada
Limite de Contracción	15	Alterada
Humedad Natural	50	Alterada

#### III.1.1.10.0.- PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS.

##### III.1.1.10.1.- TIPOS DE SUELOS EXISTENTES Y PROPIEDADES ESTÁNDAR.

Con la información obtenida de los ensayos estándar, se puede tener una visión completa de la distribución de los suelos existentes y sus características geotécnicas en cada unidad, así tenemos:

## Distribución de suelos

De acuerdo a los sondajes de exploración de suelos ejecutados se trazaron ejes longitudinales y transversales (ver plano S-1), lo cual se hizo por zonas obteniéndose los perfiles estratigraficos correspondientes (ver plano E-1).

### ZONA ACTUAL DEL AEROPUERTO

#### EJE A-A' :

Este eje recorre transversalmente la pista a la altura de la progresiva [0-004], y comprende los sondajes (calicatas), C-2 y C-3. Se observa la presencia de suelo arcilloso-arenoso de mediana plasticidad; bajo este suelo existe suelo gravoso mal graduado (GP-GC), que continúa en profundidad.

En la calicata C-3 se presenta un estrato de arcilla orgánica de poca potencia, un estrato limoso continuado; luego arena arcillosa mal graduada a manera de transición hacia el estrato gravoso que subyacen toda esta zona, con una potencia no determinada.

El nivel freático está a una profundidad promedio de 3.3 m.

#### EJE B-B'

Eje transversal a la pista, esta ubicado en la progresiva [0+450]; y se encuentra conformado por las calicatas C-1, y C-5; con una distancia entre ellas de 120 mts. Se aprecia que existe un estrato de suelo arcillo-arenoso plástico saturado desde la superficie, luego continua un estrato de arena-arcillosa de mediana a baja plasticidad en estado saturado, Teniendo este estrato un espesor variable de 1.70 a 2.70 mts. No se llego al estrato gravoso.

El nivel freático está a una profundidad promedio de 0.4 m.

#### EJE C-C'

Eje transversal a la pista, a la altura de la progresiva [0+790]; comprendiendo la perforación de la posteadora manual P-2, y las calicatas C-18 y C-7 respectivamente cubriendo una distancia total de 210 mts.

De los cuales se aprecia que desde la superficie aparece un estrato de suelo arcillo-arenoso (CL) de baja plasticidad perdiéndose este estrato hacia la calicata C-18, subyacente a éste existe un suelo arenoso (CH) plástico. Debajo de estos estratos existe otro de grava mal graduada con una matriz areno-arcilloso saturada.

El nivel freático en este eje oscila entre 0.50 a 3.5 mts. de profundidad.

#### EJE D-D'

Situada transversalmente al eje de la pista en la progresiva [1+010], con un distanciamiento entre excavaciones de 105 mts. comprende las calicatas C-7 y C-8.

Se observa que existe en todo este eje un suelo arcilloso orgánico (OH), con alta plasticidad subyacente a éste existe un estrato que desde la calicata C-7 es un suelo arcillo arenoso de mediana plasticidad para luego perderse; luego encontramos un estrato de suelo limoso (MH), en la calicata C-8 semiduro y saturado. Debajo de estos estratos se encuentra a todo lo largo del eje un estrato gravoso mal graduado con  $T_{m\acute{a}x.}$  de 3" a 4" de formas subredondeadas con una matriz areno-arcillosa.

El nivel freático se encuentra a una profundidad aproximada de 3.0 mts.

## EJE E-E'

Se ubica transversalmente al eje de la pista en la progresiva [1+400], con una longitud entre excavaciones de 118 mts.; comprendiendo las calicatas C-15 y C-10 respectivamente.

En la calicata C-10 existe una capa de 0.20 mts. de profundidad de suelo arcilloso orgánico (OH) para luego continuar un estrato limoso saturado de un espesor de 0.80 mts; debajo de éste existe un estrato de arcilla arenosa (CL) de mediana plasticidad que recorre longitudinalmente todo el presente eje, con un espesor de 3.20 mts. en la calicata C-15 y en la calicata C-10 con un espesor de 1.40 mts. Subyacente a todos estos se ubica un suelo gravoso mal graduado (GP-GC).

En este eje el nivel freático se encuentra a 2.50 mts. de profundidad.

## EJE F-F'

Se ubica transversalmente al eje de la pista de aterrizaje en la progresiva [1+805], con una longitud entre excavaciones de 120 mts. Esta conformada por las calicatas C-13 y C-12.

En la calicata C-13 se aprecia desde la superficie un estrato de suelo areno arcilloso (SC) con un espesor de 0.90 mts. el cual no se aprecia en C-12, luego continua un estrato de suelo limo orgánico de 0.70 mts. de espesor intercalando éste último con un suelo de arcilla orgánica de alta plasticidad en C-12 de espesor 0.70 mts.

En C-12 tenemos un estrato de arcilla gravosa (CL) saturada, plástica de 0.70 mts. de espesor; subyacente a todos éstos existe un estrato a todo lo largo del eje un suelo gravoso mal graduado con  $T_{\text{máx.}}$  de 6" con matriz areno-arcilloso.

El nivel freático se encuentra a 2.50 mts. de profundidad.

## EJE G-G'

Este eje está ubicado paralela a 54 mts. al eje de la pista lado Oeste, con una orientación de Sur a Norte.

Esta conformada por los sondajes C-13, C-14, C-15, C-16, C-17, C-18, P-13, C-1, P-4 y C-2 con un orden de distanciamiento de 200 mts. entre C-14, C-15, C-16 y C-17; de 220 mts. entre C-17 y C-18, de 300 mts. entre C-1 y P-4, y, de 150 mts. entre P-4 y C-2 respectivamente.

En C-13, se observa tres estratos; el primero que es un suelo arcilloso de 0.90 mts. de espesor, luego un estrato de 0.70 mts. de suelo limoso orgánico saturado, (estos dos estratos no aparecen en C-14), luego un tercer estrato de grava mal graduada con  $T_{\text{máx}}$  de  $\emptyset = 6''$  con una matriz areno-arcilloso, observándose que este recorre en toda la longitud del presente eje como ultimo estrato.

En la calicata C-14 se observa como primer estrato un suelo arcilloso arenoso de mediana plasticidad saturada de 3.20 mts. de espesor, continuando este estrato en C-15 con 2.50 mts. de espesor y en C-16 con 2.30 mts.; continua este en C-17 como segundo estrato de 1.85 mts. de espesor, luego en C-18 como primer estrato con 0.65 mts., para seguir luego en P-13 con 3.65 mts. para luego desaparecer en C-1 entre los estratos CH y CG.

Como se indica líneas arriba tenemos como segundo y ultimo estrato explorado la grava mal graduada desde la C-14 hasta C-17, este material se pierde en las cercanías de C-18. Aquí se observa a la grava como tercer estrato.

En C-1 se observa el primer estrato un suelo arcilloso arenoso plástico (CH) no llegando éste a P-4 luego en C-1 tenemos un segundo estrato de arena arcillosa de 2.70 mts. de espesor saturada y como tercer estrato la grava, en P-4 tenemos como segundo estrato un suelo areno arcilloso (SC) de mediana plasticidad este empieza antes de C-1 donde tiene 2.70 mts. de espesor, este estrato no se observa en C-2, donde como segundo estrato tenemos a la grava arcillosa.

El nivel freático es variable en profundidad como se observa en el plano P-E.

#### EJE H-H'

Como el anterior perfil éste eje recorre paralelamente el lado Este de la pista, a una distancia de 60 mts. del eje de la pista; comprende los siguientes sondajes C-12, C-11, C-10, C-9, C-8, C-7, C-6, C-5, C-4, Y C-3 respectivamente.

La distancia entre calicatas desde C-12 hasta C-8 es de 200 mts. entre sí, de C-5 a C-4 es de 320 mts., de C-4 a C-3 de 130 mts.; se puede diferenciar con el eje G-G', éste perfil es mas intercalado entre sus estratos a todo lo largo; así como desde C-12 hasta C-10 hay un primer estrato de suelo arcilloso orgánico de 0.75 mts. de espesor desapareciendo antes de C-9, en C-12 como segundo estrato tenemos un suelo de arcilla gravosa (CL) con 0.70 mts. de espesor, en C-11 hay un suelo arcilloso de 1.60 mts. de espesor que no llega a C-10, como tercer estrato en C-12 un suelo de grava mal graduada que recorre en toda la longitud este perfil como ultimo estrato explorado a diferentes profundidades.

En C-10 tenemos un estrato de limo (MH) que termina antes de C-9, después como tercer estrato tenemos arcilla arenosa (CL) que termina antes de C-8 con 1.40 mts. de espesor, siendo en C-9 el primer estrato; luego un tercer estrato de arena arcillosa (SC) que comienza después de C-11 y termina antes de C-9 con 1.10 mts. de espesor y por ultimo tenemos el estrato gravoso.

En C-9 tenemos como primer estrato un suelo arcillo arenoso (CL) y como segundo estrato la grava arcillosa (GP-GC).

En C-8 tenemos como primer estrato un suelo de arcilla orgánica (OH) de 1.00 m. de espesor continuando luego un suelo limo plástico de 2.00 mts. de espesor; éstos dos estratos comienzan y terminan alrededor de C-8 y como tercer estrato

un suelo de grava (GP-GC).

En C-7 tenemos dos estratos el primero un suelo arcilloso plástico (CH) blanda con espesor de 3.40 mts. luego un suelo de grava (GP).

En C-6 tenemos un estrato de arcilla orgánica de alta plasticidad, luego un estrato de limo altamente plástico con 3.30 mts. de espesor, como tercer estrato tenemos arena arcillosa mal graduada (SC) que se extiende hasta más allá de C-3 pasando como cuarto estrato en C-4 y C-3, un cuarto estrato de grava (GP) que no fue explorado.

En C-5 tenemos un primer estrato arcilla orgánica igual que en C-6, luego un segundo estrato arcilloso plástico, para después otro arena arcillosa mal graduada.

En C-4 tenemos como primer estrato un suelo arenoso arcilloso (SC) como relleno de la pista con un espesor de 0.50 mts. que pasa C-3; un segundo estrato de arcilla orgánica que se extiende igual que el estrato superior, como tercer estrato un suelo arcilloso arenoso, un cuarto estrato que viene desde C-5 hasta C-3 y como último estrato explorado la grava (GP) mal graduada. En C-3 tenemos como tercer estrato un suelo limoso altamente plástico blando (MH).

El nivel freático tiene profundidad variable como se muestra en el plano E-1.

ZONA SUR (AMPLIACIÓN)



EJE I-I'

Como se observa, es el único perfil que se detalla en la zona Sur de ampliación; y tiene una longitud aproximada de 300 mts. sobre el eje proyectado de pista y comprende los sondeos (Posteadoras Manuales) P-16, P-15, P-14, P-13, y P-12, teniendo una distancia entre P-16 y P-15 de 100 mts. entre P-15 y P-14 de 40 mts. entre P-14 y P-13 de 42 mts. y entre

P-13 y P-12 de 118 mts.

En primer lugar se observa que el nivel freático esta sobre la superficie del terreno.

En P-16 tenemos como primer estrato un suelo arcillo arenoso de mediana plasticidad de 1.00 m. de espesor, que no llega a P-15, un segundo estrato de suelo limoso compresible de 3.30 mts. de espesor que se extiende hasta P-15 que aquí viene a ser el primer estrato y se extiende hasta P-14 que aquí llega ser tercer estrato no llegando a P-13. En P-15 tenemos un solo estrato explorado como se detalla en P-16. En P-14 tenemos un primer estrato de limo compresible (ML) que se extiende y pasa el P-12 que aquí es el unico estrato explorado; luego un segundo estrato de suelo areno arcilloso y limoso mal graduado (SM-SG) con 0.50 mts. de espesor.

En todos estos estratos subyace un estrato de suelo gravoso mal graduado (GP-GC).

#### ZONA NORTE (AMPLIACIÓN)

##### EJE J-J'

Ubicado en la progresiva [0-088] transversal al eje de la pista y cubre las perforaciones P-5 y P-6 de Oeste a Este, con una distancia entre ellos de 140 mts. donde se aprecia una heterogeneidad de los estratos.

En P-5 observamos un primer estrato de relleno que contiene arcilla contaminada (RL) húmeda con 0.65 mts. de espesor, un segundo estrato de arena arcillosa con presencia de grava de 1.75 mts. de espesor, un tercer estrato de arena bien graduada de 2.21 mts. de espesor, pero ninguno de estos estratos llegan a P-6.

En P-6 tenemos un primer estrato de arcilla de mediana plasticidad con presencia de raíces, con 1.20 mts. de espesor, luego un estrato limo arenoso de alta plasticidad de 0.60 mts.



de espesor para luego tener un tercer estrato de arena limosa no plástica.

Se puede apreciar que el nivel freático esta en el segundo estrato de cada sondaje aproximadamente a 1.00 m. de profundidad.

#### EJE K-K'

Eje casi transversal, altura de la progresiva [0-300] que involucra los sondajes (Posteadoras Manuales) denominadas P-1 y P-9 a una distancia de 135 mts. entre ellos , donde un estrato de suelo arcilla-limosa (OH) cruza longitudinalmente a este perfil de 0.50 mts. de espesor y luego en P-1 tenemos un segundo estrato de arcilla de alta plasticidad de 0.70 mts. de espesor que no llega a P-9, luego tenemos un estrato de arena graduada (SW) que tampoco llega a P-9.

En P-9 tenemos como segundo estrato, limo rígido (MH) de 1.45 mts. de espesor.

Tenemos como estrato subyacente un suelo granular, luego también se aprecia que el nivel freático en P-1 tiene una profundidad de 1.30 mts. y en P-9 tiene 3.00 mts. de profundidad.

#### EJE L-L'

Este perfil es diagonal al eje de proyección de la pista, en la progresiva [0-580] y comprende los sondajes (Posteadoras Manuales) P-8 y P-7 con una distancia entre ellos de 150 mts.

Se observa que en P-8 existe un primer estrato de arcilla arenosa saturada con presencia de raíces (CL), como segundo estrato un suelo de arcilla orgánica (OH) con 0.50 mts. de espesor que no llega a P-7.

En P-7 tenemos como primer estrato un suelo de arcilla de mediana plasticidad (CL) similar a P-2 con 0.20 mts. de

espesor, luego un estrato de arcilla de alta plasticidad (CH) de 4.10 mts. de espesor ; como tercer estrato un suelo limo arenoso no plástico muy húmedo de 0.50 mts. de espesor para después observar un estrato de arena limosa (SM) con presencia de grava que es el estrato subyacente a todos los anteriores. El nivel freático se aprecia que esta entre 0.5 y 1.5m. de profundidad.

De todo el análisis estratigráfico y de los sondeos vemos que existe un lecho subyacente a todos los estratos superiores en su mayoría un suelo denominado (GP) que es una grava mal graduada, teniendo una apariencia uniforme; este estrato es prácticamente nula en su compresibilidad y expansión teniendo una buena permeabilidad y características de drenaje lo que en su mayoría (en el área de la pista actual) favorece al sistema de sub-drenaje que se constituye como suplemento al sistema sub-superficial en los tiempos de lluvia.

#### III.1.2.0.- HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGIA.

El estudio hidrológico del proyecto se ha orientado por naturaleza del proyecto a determinar las condiciones extremas de aporte pluviométrico en las áreas a drenar que comprometen a la vía comprendida entre las progresivas [0+000] al [1+880], así como en la zona de ampliación entre las progresivas [0+000] al [0-560] (Norte), y entre las progresivas [1+880] al [2+100] (Sur); además de determinar las descargas de diseño de las estructuras involucradas.

El comportamiento del flujo superficial y subterráneo es un problema decisivo a resolver por cuanto se observa un alto nivel freático que es alimentado por un estado de escurrimiento zonal que caracteriza la planicie del aeropuerto.

#### III.1.2.1.0.- HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.

El aeropuerto se encuentra ubicado en la sub-cuenca de los ríos Tonchima y Uquihua, siendo estos afluentes principales del río

Mayo, uno de los más importantes de la Región (Ver plano U-1).

Las quebradas o cauces del Trancayacu, Chiriquiyacu y el denominado dren lateral # 18, ubicados en la zona Sur-Oeste de la vía, forman cursos de permanente escurrimiento de agua, alimentados parcialmente por el Canal de Irrigación Yorongos y algunas zonas pantanosas existentes.

Existen además otros drenes laterales que alimentan la zona de escurrimiento permanente generando suelos en estado de saturación.

#### i.- EVALUACIÓN CLIMATOLÓGICA.

El clima y vegetación corresponde a la denominada zona de ceja de selva, variando de cálido a templado, con niveles de humedad relativa de 90%. La vegetación corresponde al de un tránsito de bosque seco tropical y bosque húmedo subtropical. El suelo es pobre en términos agrícolas y con vegetación abundante, las colinas y las llanuras están cubiertas de vegetación. La vegetación es intensa porque el suelo es ácido y esto varía de acuerdo a la naturaleza del suelo. Toda esta caracterización permite el alto nivel de aporte pluviométrico anual el cual oscila en un rango de 1000 a 2000 mm; lo cual configura una típica región húmeda con la presencia de dos períodos lluviosos: Febrero-Abril que corresponde al invierno austral y el segundo de Octubre- Noviembre.

Las temperaturas máximas alcanzan 22° a 30° (28.2°), y con valores mínimos entre 14° a 18° (17.2°).

El plano hidrológico (H-1), muestra el detalle de la ubicación y dimensiones de las sub-cuencas existentes, tanto urbanas, semi-urbanas y rurales. En el volumen II, en el anexo H (hidrología e Hidrogeología), del presente estudio se resume en los cuadros y gráficos informativos en relación al comportamiento hidrometeorológico.

## ii.- INFORMACIÓN HIDROMETEREOLÓGICA: EVALUACIÓN Y ANÁLISIS.

Se utilizaron para la identificación de las áreas de las cuencas en estudio, los planos topográficos existentes proporcionados por la Municipalidad de Rioja y los planos levantados para el desarrollo del presente estudio en escala 1:2000 y mediante aerofotografías editadas por el Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN) a escala 1:10000 como se detalló en el ítem de información básica.

Las variables de interés se analizaron a partir de los registros de precipitación diaria, de la estación CORPAC-RIOJA ubicada en el terminal del aeropuerto. El período de información cubre en su mayor parte el segmento de 1980-1993, no habiéndose obtenido información de períodos anteriores, por falta de funcionamiento de dicha estación.

## iii.- PARAMETROS DE DISEÑO.

### a. ANALISIS DE PRECIPITACIÓN Y LLUVIA DE DISEÑO.

En el contexto del área del proyecto la lluvia anual llega a 1500 mm con años húmedos cercanos a 2000 mm, siendo la precipitación concentrada entre los meses de Enero y Abril con un 78%. Para efectos de estudio de intensidades y precipitaciones máximas se han utilizado los registros de la estación pluviométrica de CORPAC, ubicada en el Terminal CORPAC. lat. 06°03'(S), long. 77°09'(W) y alt. 826.00 m.s.n.m.

Los registros de precipitación diaria o acumulada en 24 hrs. han servido de serie base para analizar el comportamiento del fenómeno de tormentas. Obteniéndose las intensidades para diferentes tiempos de duración por cada año (Ver anexo H en el volumen II del presente estudio). Utilizando la cartografía disponible a escala 1:5000 se determinaron las áreas de drenaje (Ver plano H-1), además de los parámetros geomorfológicos: longitud de cauce, diferencia de altitud, longitud al centro de gravedad, lo cual se halla resumido en

el anexo H de hidrología y han permitido el cálculo de los valores requeridos para el análisis del hidrograma unitario.

Se ha considerado la situación límite que se presentaría con una intensidad extrema ocurrida para una duración equivalente al tiempo de concentración característico de cada área y asumiendo que ella es explicada por la intensidad calculada mediante la Ley Log-Normal. Se ha evaluado igualmente tres condiciones típicas de escurrimiento: pesimista, regular y optimista para desarrollar un análisis de sensibilidad de las zonas en estudio, en relación a los caudales extremos.

Se anexa el cuadro con los parámetros de cálculo en forma resumida y las descargas máximas esperadas para cada uno de los años de retorno asumidos. Se ha considerado que para efecto del diseño deben asumirse tres valores de tiempo de retorno, de acuerdo a la importancia de cada una de las estructuras involucradas; estos valores son:

Tr = 50 años, drenes especiales: Alcantarillas y canales interceptores.

Tr = 20 años, drenes secundarios: dren recolector de mayor área de influencia.

Tr = 10 años, drenes primarios: dren recolector de menor área de influencia.

En la medida en que la información de registros de descargas máximas en el área del proyecto es casi nula, la estimación de las descargas de diseño debe asumir criterio conservador acorde con la dimensión de los cauces observados los cuales reflejan en gran medida la situación probable extrema. Se ha observado un limitado transporte de material de fondo y suspensión, debido en gran medida a la existencia de cobertura vegetal en la zona rural.

Las intensidades calculadas para 5', 10', 15', 30', 60', 120' y 240' (Ver anexo H), han permitido determinar el comportamiento de las intensidades máximas; para lo cual se ha desarrollado el ajuste de distribución de frecuencias de

Gumbel, Log-Normal y Log-Normal III, utilizando un registro de 14 años.

Las gráficas N° 01 - 21 (Anexo H), muestran los parámetros estadísticos y resultados del ajuste para las funciones antes mencionadas. En la mayoría de los casos el ajuste de la Ley Log-Normal, muestra mayor bondad, para el estudio de las precipitaciones máximas por lo que se asumió ésta Ley para efectos de cálculo de las intensidades de diseño. Resultado mostrado en el anexo H.

**b. DESCARGAS MAXIMAS.**

Para efectos del proyecto se han determinado las descargas de diseño correspondientes a las quebradas cuyo cauce cruce al eje de la pista, a las cuencas con agua pluviales provenientes de la zona urbana y semiurbana, en base a un procedimiento hidrometeorológico: Precipitación - Escorrentía, paralelamente se utilizó como base las intensidades máximas para cada tiempo de concentración ( $T_c$ ) y tiempo de retorno ( $T_r$ ), analizadas en el ítem anterior.

Las descargas máximas fueron calculadas por dos métodos: el método racional considerado para áreas menores de  $0.5 \text{ km}^2$  y también por el método del Hidrograma Unitario de Snyder, considerando la lluvia efectiva obtenida por el procedimiento establecido por el U. Soil Conservation Service de los Estados Unidos.

Para asumir el coeficiente de escurrimiento ( $c$ ), del primer método se considera los tipos de zona que se presentan: urbana, semi-urbana y rural, considerando el valor " $c$ ", según la tabla sgte.

zona	c
Urbana	0.80 - 0.90
Semi-urbana	0.70 - 0.75
Rural	0.15 - 0.20

Ver anexo H. para descargas de diseño por el método racional (CIA).

Para el diseño de las cunetas y tuberías de conducción en el análisis de la escorrentía superficial de la pista de rodamiento que es la cantidad de agua que discurre a los puntos de control (buzones colectores), se hizo el esquema de áreas tributarias de drenaje de aguas superficiales más conveniente de la pista con las ubicaciones respectivas de los buzones, longitud de recorrido (distancia del punto más remoto), se determinó las características principales de cada tramo de drenaje correspondiente (Pendiente, Diámetro, Longitud, Velocidad, Cotas), con el volumen de escurrimiento correspondiente.

Teniendo en cuenta lo siguiente:

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía con las la formula siguiente:

$$C_p = [\text{Sum}(C_i \times A_i)] / [\text{Sum}(A_i)]$$

Donde:

Sum : Sumatoria

$C_i$  : Coeficiente (tipo)

$A_i$  : Area tributaria

Para el coeficiente tipo se utilizo la tabla siguiente:

C (asfalto, pavimento flexible)....	$C_{asf} = 0.90$
C (pastos).....	$C_{pas} = 0.30$
C (concreto).....	$C_c = 0.90$

El caudal de diseño se calculó con el método racional:

$$Q = CIA / 360$$

Donde:

- Q : Caudal máximo de escorrentía  
C : Coeficiente de escorrentía  
I : Intensidad máx. de precipitación (mm/hr)  
A : Área (Ha)

El tiempo de concentración se calculó con la formula siguiente:

$$T_c = [1.8 \times (1.1 - C) \times D^{1/2}] / [D^{1/3}]$$

Donde:

- D : Desnivel (pies)  
S : Pendiente (sin unidades)  
C : Coeficiente de escorrentía

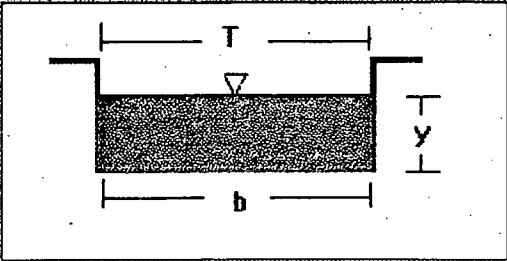
Por lo que se desarrollaron los respectivos cálculos con la que se garantizan los diseños hidráulicos de dichas estructuras.

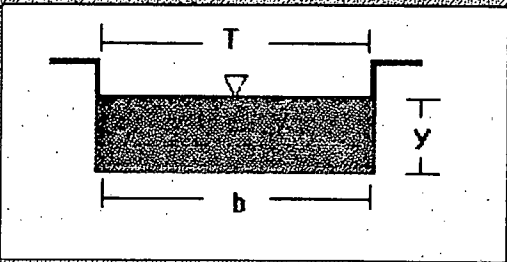
Tenemos en los cuadros siguientes los parámetros sobre los buzones y los cálculos hidráulicos de las cunetas y de las tuberías de conducción (42.0 mts.), siendo todos similares; se indica que todas las áreas tributarias de pista, así como las longitudes son iguales para cada tramo de buzón a buzón. ( más detalles en el plano DPR)



**SISTEMA DE DRENAJE DE LA PISTA DE RODAMIENTO**

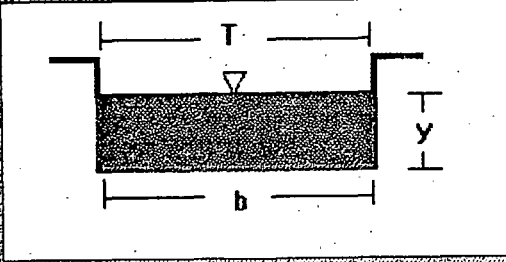
Lado Este	Lado Oeste	Cota de Tapa de Buzón	Cota Fondo de Buzón	Cota Entrega de Cuneta	Cota Salida. Tub. Conduc.	Cota Entr. a Dren. Princ.
--	02	821.559	820.439	821.139	820.539	820.089
30	03	821.909	820.789	821.489	820.889	820.439
31	04	822.259	821.139	821.839	821.239	820.789
32	05	822.609	821.489	822.189	821.589	821.139
33	06	822.959	821.780	822.480	821.880	821.430
34	07	823.250	822.051	822.751	822.151	821.701
35	08	823.454	822.253	822.953	822.353	821.903
36	09	823.656	822.456	823.156	822.556	822.106
37	10	823.859	822.660	823.360	822.760	822.310
38	11	824.063	822.863	823.563	822.963	822.513
--	12	824.266	823.113	823.813	823.213	822.763
41	13	824.215	823.416	824.116	823.516	823.066
42	14	825.000	823.900	824.600	824.300	823.700
43	15	825.396	824.284	825.984	824.384	823.934
44	16	825.824	824.704	825.404	824.804	824.354
45	17	826.204	825.084	826.784	825.184	824.734
46	18	826.584	825.462	826.164	825.564	825.114
47	19	826.964	825.844	826.544	825.944	825.494
48	20	827.344	826.224	826.924	826.324	825.874
50	22	827.284	826.184	826.884	826.284	825.834
51	23	826.844	825.744	826.444	825.844	825.394
52	24	826.404	825.304	826.004	824.404	824.954
53	25	825.964	824.864	825.564	824.964	824.514
--	26	825.524	824.424	825.124	824.524	824.074
29	--	821.629	820.509	821.209	820.609	820.109
41	--	825.396	823.017	823.717	823.117	822.667
54	--	825.612	824.512	825.212	824.612	824.162
55	--	824.982	824.204	824.904	824.304	823.854
57	--	824.227	822.986	822.851	823.086	822.851
58	--	824.227	822.986	822.851	823.086	822.851

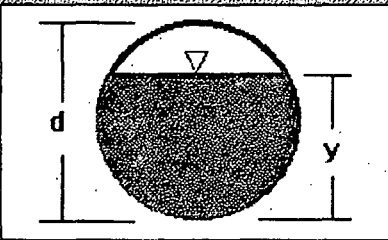
Lugar:	Provincia de Rioja	Proyecto:	Drenaje del Aeropuerto		
Tramo:	0+060 - 0+560 (620)	Revestimiento:	Concreto = 210		
<b>Datos:</b>					
Caudal (Q)	0.090	m <sup>3</sup> /s			
Ancho de solera (b)	0.300	m			
Talud (Z)	0.000				
Rugosidad (n)	0.014				
Pendiente (S)	0.0035	m/m			
					
<b>Resultados:</b>					
Tirante normal (y)	0.3241	m	Perímetro (p)	0.9481	m
Área hidráulica (A)	0.0972	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R)	0.1025	m
Espejo de agua (T)	0.3000	m	Velocidad (v)	0.9258	m/s
Número de Froude (F)	0.5192		Energía específica (E)	0.3677	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Subcrítico				

Lugar:	Provincia de Rioja	Proyecto:	Drenaje del Aeropuerto		
Tramo:	0+680 - 0+060 (620)	Revestimiento:	Concreto = 210		
<b>Datos:</b>					
Caudal (Q)	0.090	m <sup>3</sup> /s			
Ancho de solera (b)	0.300	m			
Talud (Z)	0.000				
Rugosidad (n)	0.014				
Pendiente (S)	0.0203	m/m			
					
<b>Resultados:</b>					
Tirante normal (y)	0.4070	m	Perímetro (p)	1.1140	m
Área hidráulica (A)	0.1221	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R)	0.1096	m
Espejo de agua (T)	0.3000	m	Velocidad (v)	0.7371	m/s
Número de Froude (F)	0.3689		Energía específica (E)	0.4347	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Subcrítico				

Lugar	Provincia de Rioja		Proyecto	Drenaje del Aeropuerto	
Tramo	0+980 - 0+680 (300)		Revestimiento	Concreto = 210	
<b>Datos</b>					
Caudal (Q)	0.090	m <sup>3</sup> /s			
Ancho de solera (b)	0.300	m			
Talud (Z)	0.000				
Rugosidad (n)	0.014				
Pendiente (S)	0.0044	m/m			
<b>Resultados</b>					
Tirante normal (y)	0.2950	m	Perímetro (p)	0.8900	m
Área hidráulica (A)	0.0885	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R)	0.0994	m
Espejo de agua (T)	0.3000	m	Velocidad (v)	1.0170	m/s
Número de Froude (F)	0.5978		Energía específica (E)	0.3477	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Subcrítico				

Lugar	Provincia de Rioja		Proyecto	Drenaje del Aeropuerto	
Tramo	1+500 - 0+980 (520)		Revestimiento	Concreto = 210	
<b>Datos</b>					
Caudal (Q)	0.090	m <sup>3</sup> /s			
Ancho de solera (b)	0.300	m			
Talud (Z)	0.000				
Rugosidad (n)	0.014				
Pendiente (S)	0.0038	m/m			
<b>Resultados</b>					
Tirante normal (y)	0.3133	m	Perímetro (p)	0.9265	m
Área hidráulica (A)	0.0940	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R)	0.1014	m
Espejo de agua (T)	0.3000	m	Velocidad (v)	0.9577	m/s
Número de Froude (F)	0.5463		Energía específica (E)	0.3600	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Subcrítico				

Lugar:	Provincia de Rioja	Proyecto:	Drenaje del Aeropuerto		
Tramo:	1-508 - 2-160 (660)	Revestimiento:	Concreto = 210		
<b>Datos</b>					
Caudal (Q)	0.090	m <sup>3</sup> /s			
Ancho de solera (b)	0.300	m			
Falud (Z)	0.000				
Rugosidad (n)	0.014				
Pendiente (S)	0.044	m/m			
					
<b>Resultados</b>					
Tirante normal (y)	0.2950	m	Perímetro (p)	0.8900	m
Área hidráulica (A)	0.0885	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R)	0.0994	m
Espejo de agua (T)	0.3000	m	Velocidad (v)	1.0170	m/s
Número de Froude (F)	0.5978		Energía específica (E)	0.3477	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Subcrítico				

Lugar:	Provincia de Rioja	Proyecto:	Drenaje del Aeropuerto		
Tramo:	Todos	Revestimiento:	Concreto		
<b>Datos</b>					
Caudal (Q)	0.090	m <sup>3</sup> /s			
Diámetro (d)	0.3048	m			
Rugosidad (n)	0.015				
Pendiente (S)	0.010	m/m			
					
<b>Resultados</b>					
Tirante normal (y)	0.2587	m	Perímetro mojado (p)	0.7141	m
Área hidráulica (A)	0.0660	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R)	0.0925	m
Espejo de agua (T)	0.2184	m	Velocidad (v)	1.3631	m/s
Número de Froude (F)	0.7915		Energía específica (E)	0.3534	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Subcrítico				

### III.1.2.2.0.- HIDROLOGÍA SUB-SUPERFICIAL.

Este aspecto del proceso hidrológico resulta sustantivo en el presente proyecto por cuanto se refiere a aquella parte directamente relacionada con el proceso de saturación permanente del sector Norte y del sector Sur a ser desarrollados al termino de pista la o eje.

#### III.1.2.2.1.- TRABAJO DE CAMPO E INFORME EXISTENTE.

##### i.- INSTALACIÓN DE PIEZOMETROS.

Para efecto de los trabajos de sondeo en el campo se realizó una previa inspección de la zona, con el objeto de ubicar los puntos de la red piezométrica, lo que permitió realizar perforaciones con ayuda de la posteadora manual correspondientes a la pruebas geotécnicas realizadas.

Debido a la importancia de poder contar con instrumentos que permitan conocer la presión intersticial del agua en el sitio y el nivel de la napa freática, es que el esfuerzo de muchos investigadores llevó el desarrollo y mejora de los aparatos denominados piezómetros. Estos aparatos miden in-situ el nivel, la presión de poros que es tan necesaria en los cálculos de estabilidad de obras de tierra, cimentaciones y taludes. Además, si se toma en cuenta el hecho de que esta presión no es constante en el tiempo, sino que varía con factores tales como la consolidación del suelo o las variaciones del nivel freático, se explica el esfuerzo llevado a cabo en el desarrollo de este dispositivo.

\* En la actualidad existen diversos modelos de piezómetros disponibles en el mercado, siendo algunos más elaborados que otros. Esto debe de ser tomado en cuenta al momento de elegir alguno de ellos para ser empleado en una obra determinada. No siempre los instrumentos más sofisticados o costosos dan mejores resultados, ya que un aparato que ha de permanecer enterrado durante períodos largos de tiempo (incluso años) y

que no tenga la posibilidad de ser sustituido, debe ser esencialmente sencillo y robusto. Para la elección de piezómetro hay que tener en cuenta también la rapidez de la respuesta a los cambios de presión, la posibilidad de medir presiones negativas (succiones), y la posibilidad de efectuar ensayos de permeabilidad.

En nuestro caso por la urgencia de contar con una red piezométrica en el área de estudio se eligió el tipo de piezómetro abierto ya que existen diversos tipos. No es intención del presente estudio analizar cada tipo de instrumento y de sus diversas variaciones, sino de que el instrumento elegido en el presente trabajo pueda brindar una información práctica y rápida; la de piezómetro abierto es la técnica más común para registrar napas freáticas.

Se instalaron un total de 12 piezómetros a profundidades que varían entre 1.83 y 6.80 mts.

Cada piezómetro consta de :

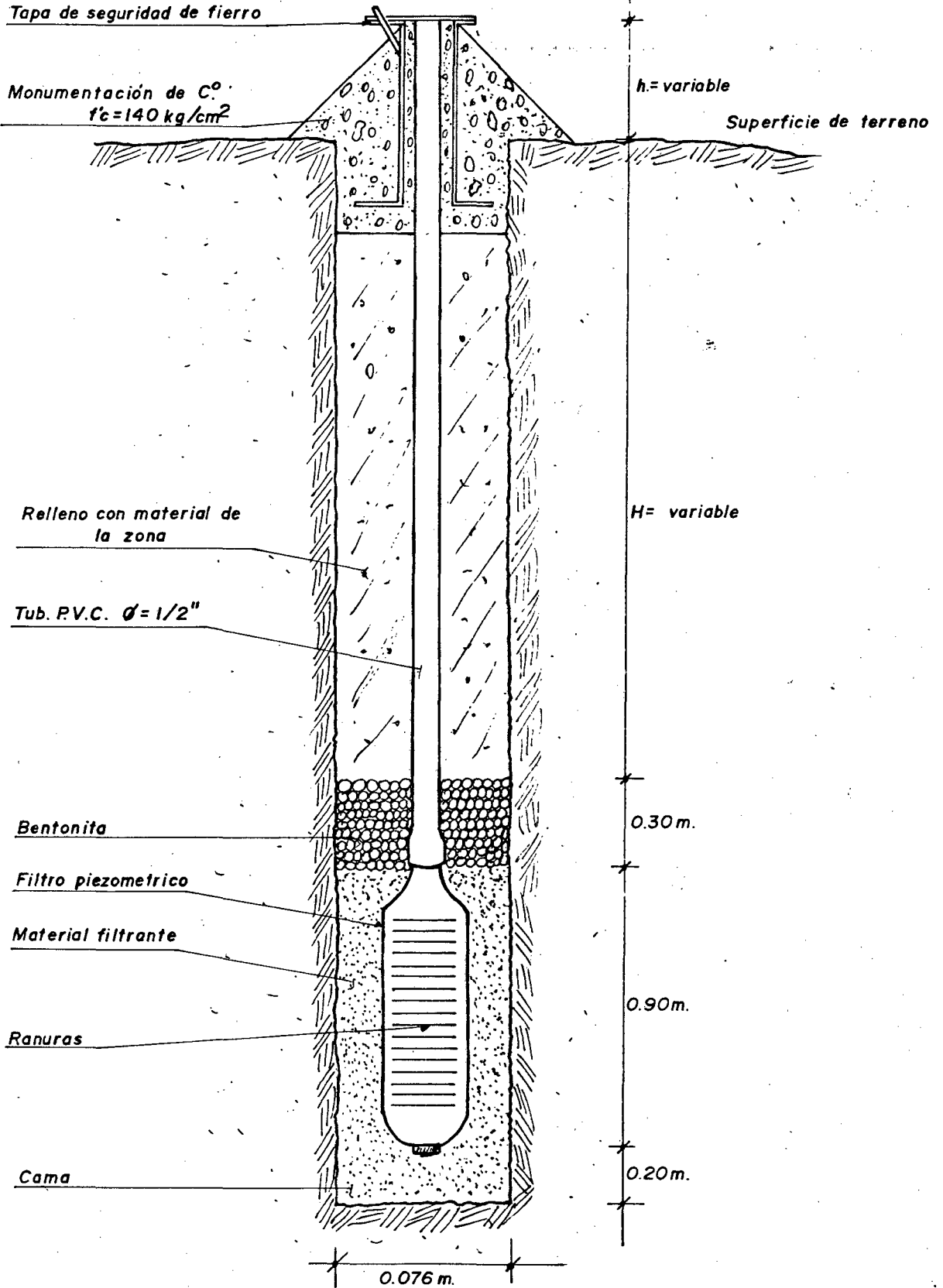
- "cama" de filtro constituido de material seleccionado (e = 20 cm.)
- Piezómetro ( Filtro PVC ranurado de L = 70 cm. de  $\varnothing = 1 \frac{1}{2}$ " y el resto hasta completar la altura necesaria tubería PVC  $\varnothing = 1 \frac{1}{2}$ " )
- Material seleccionado filtrante (e = 90 cm
- Bentonita (e = 30 cm)
- Relleno, material de la zona (e= variable)
- Monumentación con tapa de seguridad.

Ver gráfico III-14 (componentes del piezómetro elegido).

Ver cuadro 3.4 (resumen de instalación de instalación de los piezómetros en campo).

NOTA: Ver planos S-1, P-1, P-2 donde se muestra las ubicaciones de los piezómetros en planta.

# PIEZOMETRO TIPICO



Graf. III-14

**RESUMEN DE INSTALACIÓN DE LOS PIEZOMETROS EN EL CAMPO**

<b>PIEZOMETROS</b>					<b>CUADRO 3.4</b>	
<b>CÓDIGO</b>	<b>UBICACIÓN</b>		<b>COTA</b>	<b>COTA</b>	<b>PROFUN.</b>	<b>NIVEL</b>
	<b>eje de pista</b>		<b>TERRENO</b>	<b>TAPA</b>		
	<b>Km.</b>	<b>m.Lado</b>	<b>m.s.n.m</b>	<b>m.s.n.m</b>	<b>m.</b>	<b>m.s.n.m.</b>
Pz-1	0-400	42-E	819.36	819.554	6.00	819.099
Pz-2	0-630	158-E	818.76	818.995	6.80	818.365
Pz-3	0-552	78-W	820.73	820.916	6.00	818.024
Pz-4	0-262	120-W	820.50	820.669	5.27	818.045
Pz-5	0-100	70-W	819.96	820.191	5.73	818.519
Pz-6	1+992	80-W	821.59	822.063	3.70	821.011
Pz-7	2+120	80-W	821.54	821.990	4.20	820.957
Pz-8	2+120	75-E	821.70	822.295	4.52	820.910
Pz-9	2+000	74-E	821.89	822.145	4.15	821.869
Pz-10	0+694	62-E	823.65	823.822	3.70	*
Pz-11	0-095	72-E	821.95	822.071	1.83	820.644
Pz-12	0-304	88-E	821.70	821.931	5.37	819.585

Km. : Kilometraje

m. : Metros (distancia)

Lado. : Orientación respecto al eje de pista.

m.s.n.m. : Metros sobre el nivel del mar

\* : Piezómetro en observación.



ii.- OBSERVACIONES EN POZOS ARTESIANOS "NORIAS".- (N).

Con la finalidad de obtener mayor información en cuanto se refiere al nivel freático de la zona, se observó y registró un total de 15 pozos artesianos, que son pozos construidos por el hombre con la finalidad de obtener agua subterránea para su sustento (un pozo es cualquier agujero que llegue hasta el nivel superior del manto acuífero y permita extraer el agua subterránea).

Se observó que éstos no se secan en ninguna temporada, sólo atina a descender un poco en épocas de verano; la que confirma que el manto acuífero esta capturado sobre una capa de roca impermeable y que la estructura de esta zona es sinclinal como se observó en el campo.

Estas observaciones permitieron acotar el nivel freático y sus componentes; de esta manera se tuvo más puntos para hacer el estudio de isopropundidades. Ver ubicación de Norias en los planos P-1 y D-1.

También a estos tipos de pozos se les denomina "pozos de observación piezométrica" ya que la medición es mucho más factible y directa que cualquier otro tipo de piezómetro.

Ver resumen de campo de las observaciones de las Norias en el cuadro 3.5, donde se detalla el código, la cota de terreno, la profundidad, el nivel frático, y, su ubicación.

**RESUMEN DE OBSERVACIONES DE NIVEL FREATICO EN POZOS  
ARTESIANOS**

<b>POZOS ARTESIANOS (NORIAS)</b>				<b>CUADRO 3.5</b>
<b>CÓDIGO</b>	<b>COTA TERRENO</b>	<b>PROFUN.</b>	<b>NIVEL FREATICO</b>	<b>UBICACIÓN</b>
	<b>m.s.n.m.</b>	<b>m.</b>	<b>m.s.n.m.</b>	<b>sector</b>
N-1	820.87	4.91	818.16	Capironal
N-2	820.74	5.19	818.05	Capironal
N-3	819.57	2.77	817.78	Capironal
N-4	820.84	4.68	818.06	Capironal
N-5	819.84	3.04	818.03	Capironal
N-6	820.50	1.58	820.00	Raymondi
N-7	823.19	2.18	822.48	Raymondi
N-8	825.49	3.19	823.56	Raymondi
N-9	827.93	3.65	825.53	Raymondi
N-10	828.29	4.11	825.83	Raymondi
N-11	826.32	2.81	824.76	Raymondi
N-12	829.19	3.09	827.89	Raymondi
N-13	826.90	5.35	825.05	Raymondi
N-14	824.48	2.55	822.29	Raymondi
N-15	827.51	2.34	826.64	Raymondi

m.s.n.m. : Metros sobre el nivel del mar.

m. : Metros

**III.1.2.2.2.- COMPORTAMIENTO DEL FLUJO SUB-SUPERFICIAL Y  
SUBTERRÁNEO.**

Con los datos de campo, se ha elaborado un plano de isopropundidad. El cual confirma, que el nivel freático en la zona

Norte esta elevado, ya que se encuentra variando una profundidad desde 2 a 0.5 mts. respecto al terreno natural. En la zona Sur el problema es similar, pero con curvas más espaciadas, debido a que el terreno es de pendiente muy suave, confirmando de esta manera la existencia de las zonas pantanosas (Ver planos P-1 Y P-2.)

El análisis de las curvas hidroisohipsas señala un flujo principal del acuífero local en dirección Sur-Oeste a Nor-Este sobre un acuífero regional que indica una dirección predominante Oeste- Este hacia el río Tonchima.

### III.2.0.- ALTERNATIVAS DE DRENAJE.

En el Proyecto "Ampliación y Mejoramiento para el Aeropuerto de la ciudad de Rioja" elaborado, por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones; existen dos etapas de ampliación: la primera etapa que consiste la ampliación de 700.00 mts. (500 mts. hacia el Norte, y, 200 mts. hacia el Sur) para obtener una pista operativa de 2,600 mts; la segunda etapa es lo que corresponde a la ampliación futura hasta obtener una pista de 3500 mts. con pista de rodaje al lado Oeste como se puede ver en el plano S-1.

Frente a esto, las alternativas de drenaje se presentan para un análisis integral de toda la zona involucrada (Urbana, semi-urbana, rural y el propio aeropuerto). Enfocaremos entonces las alternativas en dos aspectos: En las zonas aledañas, y el aeropuerto en sí.

#### Zonas aledañas:

- \* Hacer un proyecto de un canal (de Norte a Sur) desde el nacimiento de la quebrada de Trancayacu hasta su desembocadura en la quebrada de Rumiyacu; con la finalidad de captar las aguas de todos los cauces existentes dentro esta zona (Quebradas de: Trancayacu, Chiriquiyacu, Rumiyacu, Drenes laterales: 16, 17, 18, 19, y, de los pantanos existentes).
- \* Hacer un estudio de proyecto de drenaje de la carretera Rioja-Yorongos entre la quebrada de Trancayacu y la quebrada Rumiyacu; debido a que en la actualidad éste actúa como dique

entre la zona Sur-Oeste ( Carretera a Mashuyacu- Carretera Rioja-Yorongos), y, la zona de futura ampliación.

- \* Construir alcantarillas para cada paso de los cauces que cruzarían la pista del aeropuerto ( Drena Lateral # 18, Quebrada de Chiriquiyacu, Quebrada de Rumiyacu, y, otros cauces naturales existentes).
- \* Tener un mejor manejo de los drenes laterales del proyecto de Irrigación Yorongos; debido a su mal estado de las compuertas de cada una de éstas (ver foto # 3), sugerir la terminación de estos drenes ya que en la actualidad implica una alimentación continua de agua a las zonas aledañas al aeropuerto saturándolos e incluso inundándolos, acrecentándose en tiempos de lluvias.
- \* Hacer un análisis exhaustivo del drenaje pluvial de la zona urbana y semi-urbana de la ciudad de Rioja, en medida en que el mayor porcentaje de ésto va ha evacuarse en el área del aeropuerto (actual y las futuras ampliaciones).
- \* Canalizar todos los cauces existentes por lo menos 800 mts. aguas arriba desde el eje de la pista del aeropuerto, y unos 100 mts. aguas abajo.

Zona del aeropuerto:

- \* Construir drenes combinados ( superficial y sub-superficial) al margen de las bermas laterales de la pista de rodamiento.
- \* Construir cunetas tapadas con rejillas de platina al margen de las bermas laterales de la pista de rodamiento.
- \* Poner una capa drenante debajo de la carpeta asfáltica; a todo lo largo y ancho de la pista.
- \* Hacer por separado esquemas de drenaje para superficial y para sub-superficial.
- \* Hacer nuevas nivelaciones en toda la franja de seguridad, con el objeto de hacer un esquema de captación de las aguas de escurrimiento en puntos de tomas y así desde ahí desfogar hacia los drenes principales que estarían en el perímetro del

área del aeropuerto.

- \* Mejorar la actual alcantarilla de la quebrada de Trancayacu que cruza el aeropuerto a la altura de la progresiva [0+820].
- \* Diseñar drenes tipo canal, en todo el perímetro del aeropuerto con la finalidad de recibir las aguas captadas dentro del área del aeropuerto y para interceptar las aguas procedentes de la partes más altas (Sector Oeste), y que éstos drenes evacuen tanto hacia el río Uquihua y hacia el río Tonchima.

### III.3.0.- SOLUCIÓN PROPUESTA.

Con el objeto de correlacionar con el Proyecto de Ampliación y Mejoramiento del Aeropuerto de la Ciudad de Rioja, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones; el presente estudio enfoca de manera muy precisa lo conveniente de dar solución al problema de drenaje en lo que respecta a la ampliación de la primera etapa, dejando para un futuro el análisis lo que respecta a la segunda etapa de ampliación.

Es entonces que se opta por dar solución para esto de dos maneras: superficial y sub-superficial. En el sistema de drenaje superficial se enfoca dos frentes: uno que trata específicamente la recolección de las aguas de la pista de rodamiento con cunetas cubiertas con rejillas de platina (ver plano DPR), y, el otro frente el diseño y la ubicación de drenes (tipo canal) en el perímetro del área del aeropuerto, los cuales captarían las aguas provenientes de la franja de seguridad, de las zonas aledañas (ver planos: DP-1, DP-2, DP-3); así como de la pista de rodamiento por medio de drenes de conducción enterrados desde los colectores correspondientes, también de los colectores de los sub-drenes.

En el drenaje sub-superficial, la solución es tener un sistema en la zona de seguridad y debajo de la pista de las zonas de ampliación (ver plano D-1, D-2), así como también se está recomendando poner una capa drenante bajo la carpeta asfáltica donde se harían las ampliaciones (ver plano SD-C).

Se está diseñando también como solución, el drenaje

complementario que corresponde al drenaje parcelario, más la construcción de un dique en la zona del sector de ampliación (ver plano DC). El siguiente capítulo se desarrolla con más detalles la solución al problema de drenaje para dicho aeropuerto.

## CAPITULO IV

### METODOS - INGENIERIA DEL PROYECTO

#### IV.1.0- SOBRE DRENAJE SUPERFICIAL Y SUB-SUPERFICIAL.

##### IV.1.1.0- DRENAJE SUPERFICIAL.

El aporte de escorrentía proveniente del sector de la Ciudad alcanza el área del aeropuerto con nueve cauces , de ellos tres son naturales: Trancayacu, Chiriquiyacu y Rumiayacu con descargas mayores a  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  respectivamente, correspondientes a un tiempo de retorno de 50 años, mientras que el drenaje urbano alcanza caudales entre  $0.150$  y  $0.400 \text{ m}^3/\text{s}$  para los 10 años de retorno considerado en el diseño.

Los drenes menores provienen de las cunetas de drenaje urbano y que alimentan el flujo de las viviendas y calles, las que no están asfaltadas en su gran mayoría. La gradiente predominante Oeste-Este alcanza el 25% lo que ocasiona un hidrograma de tiempo "pico" bastante corto e inferior a 30 minutos.

El aporte global del sector Oeste alcanza  $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$  para el estado de diseño; drenando hacia el Sector Norte del aeropuerto a través de la alcantarilla ubicada en la carretera marginal y que dá hacia el río Uquihua. Este ultimo por la información de campo recogida, en períodos extraordinarios alcanzaría niveles que obstruyen la salida de la alcantarilla e inundan los campos de arroz ubicados aguas abajo "ahogando" dicho ducto.

El sector Sur no presenta este problema de control "único" de salida por cuanto presenta dos drenes transversales con gradiente adecuada, sin embargo en el extremo donde deberá ubicarse el terraplén de ampliación Sur se encuentra un área de muy baja gradiente alimentada por: el dren lateral # 18 del sistema de riego de Yorongos, y por pantanos, ubicados aguas arriba de la pista futura.

Por esta razón será necesario orientar la línea de drenaje transversal en forma recta sin variación de dirección para evitar la saturación permanente de la base del terraplén.

Hacia el sector Este de la vía, la plataforma desarrolla un gradiente mayor a 0.5% lo cual permite un proceso de drenaje sin control aguas abajo pese a la existencia de campos con vegetación abundante. El río Tonchima alejado aproximadamente unos 400 mts. del eje no afecta la llanura donde se ubica el eje de la vía, por la diferencia de cotas disponibles y la gradual variación sostenida de nivel.

#### IV.1.2.0.- DRENAJE SUB-SUPERFICIAL.

La existencia de un estrato subyacente de material permeable (grava arenosa mal graduada) por debajo de la cota 816.00 m.s.n.m. y que se encuentra en la mayor parte de las perforaciones y excavaciones realizadas, permite afirmar la existencia de un proceso de recarga permanente de flujo desde el sector Norte con dirección Oeste - Este que se alimenta de filtración en la colina donde se ubica la localidad de Rioja.

La existencia de "Norias" o pozos artesianos ubicados en una cota sobre los 820.00 m.s.n.m. permiten afirmar que existe un cierto grado de confinamiento lo cual es roto en sectores como "el Tragadero" en el sector Norte de ampliación, donde la emergencia es mayor y evidente.

Este flujo subterráneo deberá ser controlado tanto en relación a su desarrollo vertical como horizontal para minimizar el efecto sobre la estabilidad del terraplén, orientando su salida y controlando el nivel máximo de saturación.

El flujo sub-superficial producto de la infiltración originada por los drenes existentes se combina con el efecto general del flujo subterráneo y da como consecuencia niveles freáticos altos localizados, o variaciones importantes como los observados en las cercanías de la quebrada Trancayacu, o las entregas de drenes del sector izquierdo de la plataforma de aviones.



La intercepción del flujo que ocurra en dirección Oeste-Este así como la tendencia vertical de flujo subterráneo será alcanzada mediante una red de sub-drenes perforados ubicados paralelamente a ambos lados de la vía e interconectados con una gradiente mínima para controlar el afloramiento sobre un llano ubicado bajo 1.50 mts. de la base proyectada.

Los sub-drenes se orientan hacia buzones colectores los que se conectan al sistema de drenaje superficial representados por los drenes principales. Los planos DP-1, DP-2, y DP-3 muestran en planta y perfil los detalles de los sistemas propuestos para fines de diseño.

El sector Sur no muestra un proceso de escurrimiento definido si no más bien, la presencia de un nivel freático uniformemente alto originado por el riego actual de los campos de cultivo de arroz, por lo que se aquí se implementara un sistema de drenaje parcelario tipo "Espina de Pescado".

Para el control de flujo sub-superficial aguas abajo del eje de la pista y luego del paso de la alcantarilla proyectada en este sector aguas arriba, se ubicará una red de sub-drenes para controlar el nivel máximo sobre el talud del relleno proyectado.

#### **IV.2.0.- COMPONENTES DEL SISTEMA.**

##### **IV.2.1.0.- ESTRUCTURAS PRINCIPALES.**

El sistema de drenaje proyectado requiere de un conjunto de obras específicas que permitan el control y conducción tanto del flujo superficial y sub-superficial, éstos se indican a continuación:

- Alcantarillas del tipo TMC: circulares (1), abovedadas (2)
- Drenes Principales Longitudinales: (10) desde el DP-1 al DP-10

- Drenes principales Laterales de la pista de rodamiento: a cada lado de la vía.
- Drenes Colectores Superficiales: (4), 2 en el sector Norte y 2 en el sector Sur.
- Sub-drenes Colectores:(4), 2 en el sector Norte y 2 en el sector Sur. (7.350 km.)
- Buzones Colectores superficiales cada 100 mts. y Buzones Colectores Sub-Superficiales cada 300 mts.
- Estructuras de Entrega de Cunetas a Dren y de Dren Secundario a Dren Principal.
- Estructuras de entrega de Ductos de Salida de buzones colectores a Dren Principal.
- Dique de Protección en el sector Sur-Oeste, en la progresiva [2+124].
- Escollera de Protección de taludes y lecho de cauce en salida e ingreso de alcantarillas.

Este conjunto de obras se orientan al manejo del sistema de drenaje considerando los siguientes elementos:

- Captación del flujo superficial y sub-superficial
- Conducción y entregas a cauces naturales
- Control y operación de niveles máximos
- Protección del eje de la pista y las obras de drenaje proyectadas.
- Reparación, mantenimiento y operación de las obras existentes.

Conforme a lo anterior, los criterios de diseño de las obras principales se orientan a uniformizar dimensiones y parámetros de cálculo en relación a:

1. Caudales de diseño con nivel de riesgo similar para estructuras de igual significación económica.

2. Compatibilización de la capacidad de conducción de los canales de drenaje superficial con los niveles de evacuación de los drenes superficiales y sub-superficiales para fines de control del nivel freático.
3. Estructuras y Obras de protección para condiciones de conducción extremas en relación de erosión y niveles máximos probables.
4. La Capacidad Portante de los suelos que se necesita para el dimensionamiento de estructuras y para el relleno de la vía, se halla condicionada por la presencia de un nivel freático elevado que recibe alimentación horizontal y vertical, y por tanto, el control del mismo resulta necesario.
5. Los tipos de suelos y la cobertura vegetal típica de esta zona determinan la utilización de materiales y procedimientos constructivos que sean los más adecuados a su manejo y control.
6. Los niveles, cotas y alineamientos utilizados corresponden a los trazos señalados en el proyecto de 1989, pero replanteados en el plano levantado en el presente proyecto, puesto que la combinación de ambos no permitiría mantener un nivel de gradiente y/o acotamientos únicos.

#### IV.2.1.1.- DRENES PRINCIPALES LONGITUDINALES.

Quedan definidos con una sección trapezoidal, serán revestidos con mampostería de piedra y con lloradores donde el nivel freático lo exige, permitiendo el acopio de flujo subterráneo y superficial eliminando los efectos máximos sobre la estructura.

Los canales secundarios y buzones entregarán sus aguas a los drenes principales a cierta altura del nivel de aguas (estimada para los caudales esperados de diseño), con el objeto de evitar el proceso de "ahogamiento" o remanso que disminuiría la capacidad de conducción de estos canales secundarios y la operación misma de los

buzones.

Las entregas se harán en forma tal que permitan la disipación de energía sin afectar la estabilidad del canal siendo las mismas, ejecutadas en mampostería de piedra con especificación de detalle. Los planos DP-1, DP-2, DP-3, DPR y DC señalan la ubicación y características de estos canales y entregas.

El Dren Principal DP-3 el cual es el más importante, alcanza 1.633 km., mientras que el DP-4 tiene 0.696 km., el DP-1 tiene 0.540 km., el DP-2 tiene 0.760 km., el DP-5 tiene 0.140 km., el DP-6 tiene 0.130 km., el DP-7 tiene 0.280 km., el DP-8 con 0.690 km., el DP-9 con 0.865 km. y el DP-10 con 0.652 km.

#### **IV.2.1.2.- DRENES PRINCIPALES TRANSVERSALES.**

Los drenes transversales de este tipo se hallan ubicados en las progresivas [2+070] y [0+820]. Ambos corresponden a cauces de drenaje natural, el primero de ellos ejecutado sobre una zona plana y actualmente bajo cultivo de arroz donde se tiene proyectada una alcantarilla abovedada con capacidad máxima de 15 m<sup>3</sup>/s, mientras que el segundo se halla definido actualmente por la quebrada Trancayacu con cauce de ingreso definido (a ampliar), con alcantarilla doble de 60" (a rehabilitar) y con cauce de salida (a reforzar contra la erosión) en el actual "pozo" de recepción del flujo de la alcantarilla y en los drenes principales DP-7 y DP-8 a recepcionar. El caudal de diseño de este cauce llega a 10.5 m<sup>3</sup>/s.

#### **IV.2.2.0.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PRINCIPALES.**

##### **IV.2.2.1.- DRENES PRINCIPALES SUPERFICIALES.(DP)**

El objetivo de estos drenes es la recolección del flujo resultante de: buzones de escorrentia superficial, buzones de escorrentia sub-superficial, cunetas de drenaje de la zona urbana y flujo de las áreas de influencia directa del dren en cuanto escurrimiento superficial y subterráneo.

Se ha buscado que el alcance no sea en ningún caso de 2 mts. para evitar el efecto de obstrucción que la vegetación origina y que limita la capacidad de conducción, los taludes han sido proyectados con 1:V, 1.5:H, conforme las características del terreno y a fin de lograr un mejor manejo en el proceso constructivo. Se ha buscado adicionalmente que el desarrollo del canal se dé con incremento de la gradiente oscilando la misma entre 0.1 a 0.4%, de esta manera se evitan procesos de colmatación y la velocidad se mantiene sobre los 0.5 m/s. para obtener una condición de auto limpieza. Se asume en todos los casos un valor de Manning de 0.040.

El DP-3 o dren principal del sector Norte luego del paso de la alcantarilla en la Carretera Marginal Km. 481 (Olmos-Rioja-Tarapoto) se transforma en un dren de mayor base (3.0 mts.) y gradiente de 0.1% hasta aproximadamente 150 mts. de su entrega al río Uquihua donde desemboca sin encauzamiento definido.

En el sector Sur-Este ha sido necesario implementar un cauce de escurrimiento para el dren transversal proyectado de tal manera que controle el nivel máximo de agua subterránea con una gradiente de 0.4% y base de 3.0 mts. con talud H:1, V:1.5, descargando hacia el extremo Este, sobre la trocha carrozable existente. Si esta trocha permanece en el futuro se recomienda ubicar dos tuberías de  $\varnothing=48"$ , con la gradiente indicada (ver plano DC).

Los drenes del DP-5 al DP-8 son de menor longitud pero mantienen una sección suficiente para permitir la llegada de los ductos terminales desde los buzones colectores, con adecuada gradiente y nivel de salida.

#### IV.2.2.2.- DRENES LATERALES Y PARCELARIOS. (drenaje complementario)

Este tipo de drenes sirven para recoger la escorrentia proveniente de la carpeta asfáltica de la pista de aterrizaje, del terreno natural, de la plataforma del terraplén, de las cunetas que alcanzan el área de proyecto y que provienen de la zona urbana; igualmente cubren el drenaje de los campos de cultivo involucrados en la red de drenaje transversal.

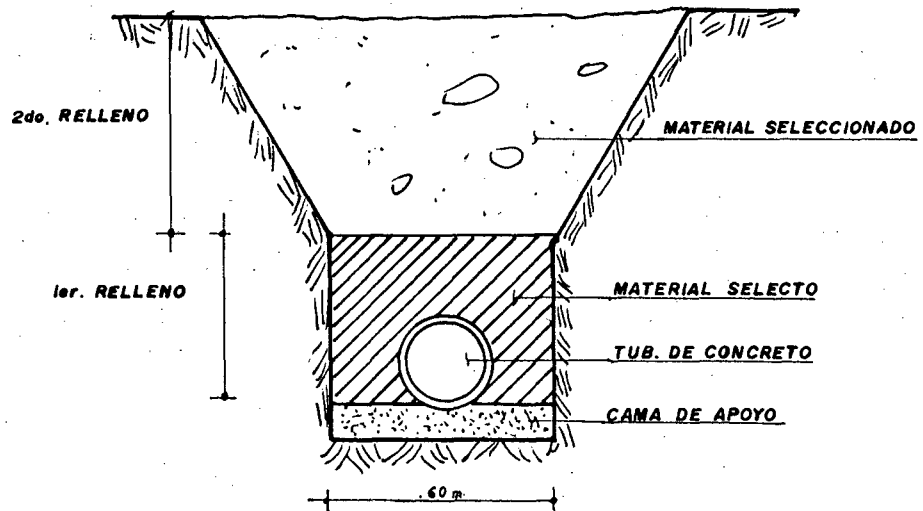
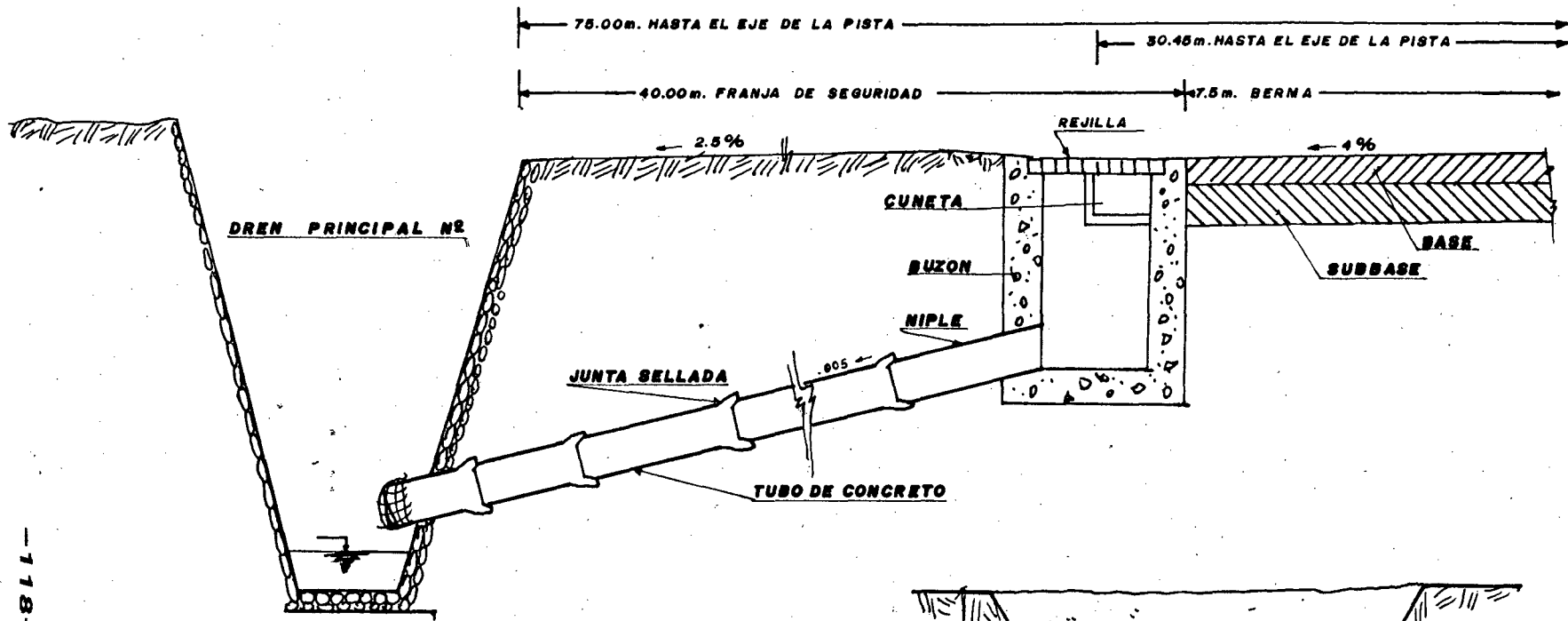
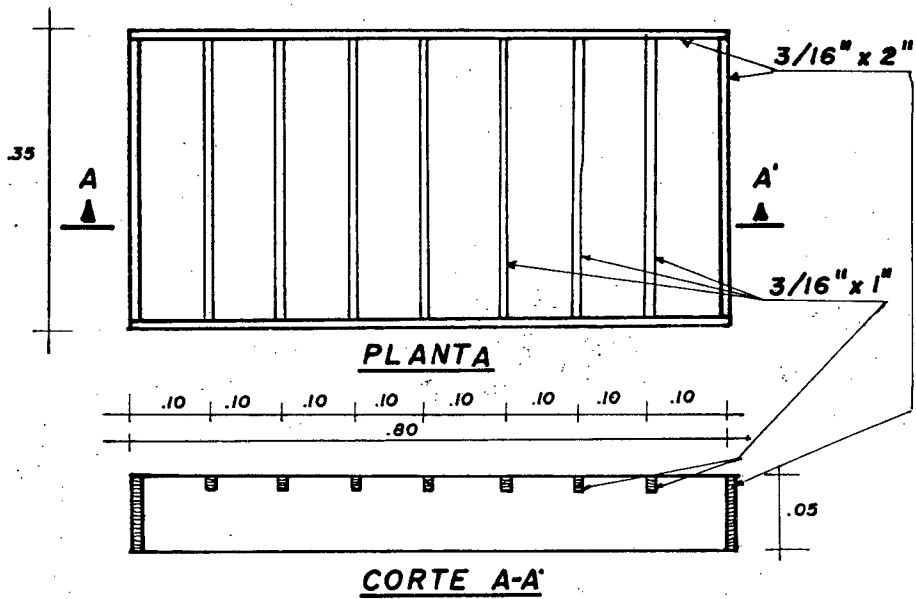


FIG. IV-1

s/e

# TIPOS DE REJILLA

## REJILLA PARA CUNETA



## REJILLA PARA BUZON

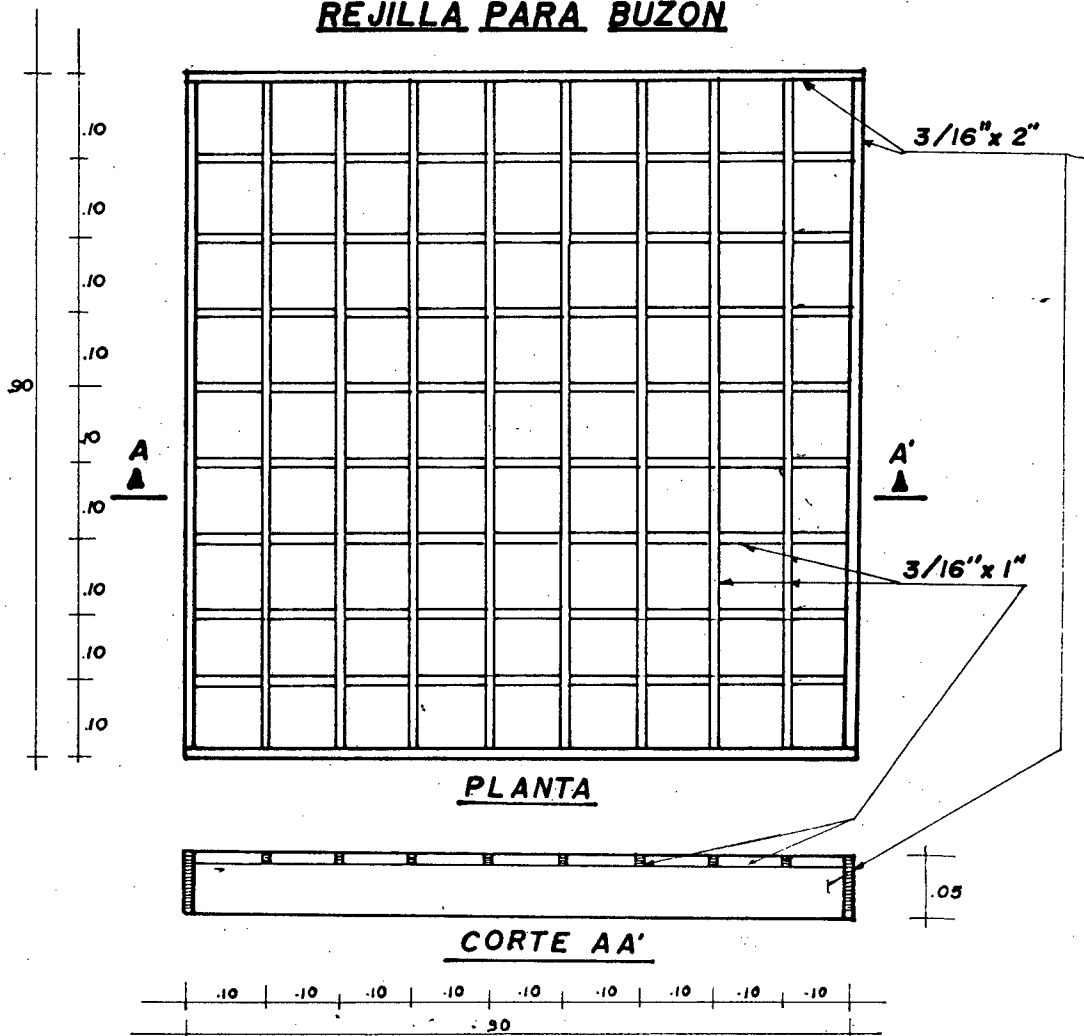


FIG. IV-2

El drenaje del sector Sur-Este requiere un desarrollo de canales con disposición "espina de pescado" con sección trapezoidal de 1.5 mts. de base y 1:1.5 (V:H) de talud, espaciados cada 50 mts. y gradientes de fondo entre 0.05% a 0.1%.

El dren principal colector, como se mencionó desarrolla una gradiente de 0.4% con sección trapezoidal de 3.0 mts. de base.

Las cunetas provenientes del drenaje de la carpeta asfáltica de la pista de aterrizaje se desarrollan paralelas al eje de la vía confeccionadas en concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$  con losas de 10 cm. de espesor, confluyendo en buzones de recojo de 1.20 mts. de profundidad y  $0.80 \times 0.80$  mts. de sección con tapas tipo rejilla, ubicados cada 100 mts., para luego derivar el flujo hacia el dren principal mediante ductos de concreto enterrados de ID=12".

Ver detalle de instalación en la fig. IV-1 y en el plano DPR Ya se vió sobre estos drenes conductores en el capítulo anterior.

Las cunetas tendrán un ancho de 0.30 mts. y profundidad entre 0.40 y 0.50 mts., cubiertas por una rejilla tipo (ver detalles en la fig. IV-2), que impida el acopio de material grueso o flotante y por consiguiente su colmatacion; estas rejillas permitirán el proceso de mantenimiento de las cunetas ya que están diseñadas con sección de  $0.35 \times 0.80$  mts. que es factible para su manejo.

Ver planos D-1 y D-2 donde se muestran la ubicación en planta de las diferentes obras.

#### IV.2.2.3.- SUB-DRENES COLECTORES.

Con el objeto de aliviar el nivel de trabajo de los drenes superficiales en relación al aporte de aguas sub-superficiales se ha proyectado una red recolectora de drenes subterráneos ubicados paralelamente a ambos lados de la vía con tubería perforada de diámetro 8", dentro de una zanja rellena con material drenante y cubierto por geotextil de tal forma que alivien al efecto del flujo lateral sobre el cuerpo del terraplén.

Estos drenes colectores estarán complementados con drenes



interceptores en los sectores Norte, entre las progresivas [0-300] a [0-500], y en el sector Sur, entre las progresivas [2+000] a [2+150], que buscan mantener el nivel freático bajo la cota 820.00 m.s.n.m. y de esta forma evitar la influencia del agua sobre la capacidad portante del terraplén proyectado.

Se propone además en estos sectores la ubicación de una carpeta drenante de 0.10 mts. de profundidad bajo la carpeta del pavimento pero cubierta por membrana para el control de flujo capilar, drenando hacia la zanja de filtración que contiene el sub-dren colector de  $\emptyset = 8''$ .

Esta red de sub-drenaje estará conectada a buzones colectores de entrega ubicadas cada 300 mts. y con profundidad mayor a las tuberías de conducción provenientes del drenaje superficial de pista, oscilando entre 1.20 a 2.0 mts. de profundidad.

Estos buzones entregarán el flujo a través de ductos de PVC de  $\emptyset = 8''$  no perforadas hacia los drenes principales buscando la no interferencia del nivel máximo de estos, con una gradiente mínima de evacuación y con una proyección mínima de 0.50 mts. respecto al talud de entrega en los drenes principales que estará protegida con mampostería de piedra.

Los planos D-1, D-2 y DC muestran la ubicación en planta y en DP-1, DP-2 y DP-3 muestran el perfil de las entregas respectivas.

En los siguientes cuadros se detallan los puntos sobre el sistema de subdrenaje llamese esto: cotas de entrega y salida en los buzones de los subdrenes, distancia, angulos, pendientes, ubicación, etc.

.....

## SISTEMA DE SUBDRENAJE

### A.- Sector Este

km.	Nomenclatura	Cota de Terreno	Cota de Fondo de Buzon	Cota-Salida Tub.Colector de Buzon	Cota-Salida del Tub. Conductor del Buzon	Cota-Entrega del Tub. Conductor al Dren
0-560	BS1	820.742	819.140	820.217	819.714	819.679
0-250	BS2	821.821	820.747	821.350	820.847	820.812
0+050	BS3	823.000	821.497	822.100	821.597	821.562
0+350	BS4	823.826	822.047	822.650	822.147	822.112
0+600	BS5	824.000	822.297	Buzón de Limpieza e Inspección		
0+670	BS6	824.000	822.635	Buzón de Limpieza e Inspección		
0+780	BS7	824.482	822.590	823.193	822.690	822.590
0+800	Alcantarilla de Trancayacu					
0+830	BS8	824.647	823.920	824.523	824.020	823.900
0+950	BS9	823.280	824.045	824.648	824.145	824.110
1+250	BS10	826.143	824.645	825.248	824.745	824.710
1+500	BS11	Buzón de Limpieza e Inspección				
1+850	BS12	826.002	825.305	825.908	825.405	825.370
1+960	BS13	825.607	825.240	825.843	825.340	825.240
2+040	BS14	824.610	824.875	825.423	824.920	824.890
2+070	Alcantarilla del Dren Lateral N° 18					
2+120	BS15	824.930	823.604	824.207	823.704	823.654

dónde:

Km : Kilometro (progresiva)

BS : Buzón (colector)

Nota: Las cotas son absolutas (metros sobre el nivel del mar)

B.- Sector Oeste

Km.	Nomenclatura	Cota de Terreno	Cota-Fondo de Buzon	Cota-Salida Tub.Colector del Buzon	Cota-Salida del Tub. Conductor del Buzon	Cota-Entrega del Tub. Conductor al Dren
0-560	BS1	820.742	819.630	820.233	819.730	819.690
0-250	BS2	821.821	819.940	820.543	820.040	820.000
0-120	BS3	822.282	820.030	820.673	820.170	820.130
0+030	BS4	822.679	821.389	821.992	821.489	821.454
0+150	BS5	822.841	821.629	822.232	821.729	821.694
0+450	BS6	823.743	822.229	822.832	822.329	822.294
0+750	BS7	824.240	823.039	823.640	823.139	823.104
0+850	BS8	824.405	823.345	823.948	823.495	823.410
0+950	BS9	824.650	823.510	824.148	823.645	823.610
1+250	BS10	826.257	824.145	824.748	824.245	824.210
1+500	BS11	826.900	825.335	Buzon de Limpieza e Inspección		
1+720	BS12	826.725	824.925	825.528	825.025	824.990
1+880	BS13	825.870	823.985	824.588	824.085	824.050
2+050	BS14	825.047	824.540	824.140	824.640	824.600
2+120	BS15	824.739	821.769	822.372	821.869	821.824

Donde:

Km : Kilometro (progresiva)

BS : Buzón (colector)

Nota:

las cotas son absolutas (metros sobre el nivel del mar)

C.- Sector Norte: [0-370]-[0-560]

Cota de Rasante	Inicio del subdren, en la dirección del eje de la vía		Entrega a Buzon (km.)	Cota de Entrega a Buzon	longitud (m.)	Angulo (-) con respecto al eje de la vía	Sector	Pendiente
	km.	Cota						
822.364	0-350	820.792	0-370	820.750	42.00	70°	Este	0.001
821.864	0-450	820.842	0-370	820.750	92.00	155°	Este	0.001
821.702	0-475	820.307	0-560	820.217	90.00	28°	Este	0.001
822.539	0-300	820.501	0-350	820.443	58.00	45°	Oeste	0.001
822.457	0-325	820.490	0-375	820.418	72.00	34°	Oeste	0.001
822.277	0-375	820.423	0-465	820.328	95.00	24°	Oeste	0.001
822.102	0-425	820.373	0-518	820.275	98.00	23°	Oeste	0.001
821.839	0-500	820.303	0-560	820.233	70.00	34°	Oeste	0.001

D.- Sector Sur: [1-900]-[2+168]

Cota de Rasante	Inicio del subdren, en la dirección del eje de la vía		Entrega a Buzon (km.)	Cota de Entrega a Buzon	longitud (m.)	Angulo (-) con respecto al eje de la vía	Sector	Pendiente
	km.	Cota						
825.934	2+050	825.493	2+040	825.423	70.00	52°	Este	0.001
825.824	2+075	824.257	2+120	824.207	50.00	134°	Este	0.001
825.450	2+160	824.261	2+120	824.207	54.00	45°	Este	0.001
826.044	2+025	824.190	2+050	824.140	50.00	123°(+)	Oeste	0.001
825.698	2+110	822.412	2+120	822.372	40.00	65°(+)	Oeste	0.001

**Nota:**

- Los subdrenes Interceptores son tubos de PVC de ID=4" Perforados.
- Los subdrenes Colectores son tubos de PVC de ID=8" Perforados y pendiente de 5°/1,000
- Los subdrenes Conductores son tubos de PVC de ID=8" No Perforados y Pendiente de 1°/100

#### IV.2.2.4.- ESTRUCTURAS ESPECIALES.

Para lograr la evacuación del flujo previsto en el área del proyecto, se han dimensionado estructuras especiales que requerirán trabajos específicos para su adecuada implementación; estas obras son:

##### IV.2.2.4.1. ALCANTARILLAS.

###### i. ALCANTARILLA TMC ABOVEDADA (KM. 2+270).

Esta estructura permitirá el paso de un caudal de diseño de  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  proveniente de la depresión que actualmente descarga el dren lateral N<sup>o</sup> 18 del sistema de Irrigación Yorongos y de algunos pantanos existentes en las zonas aguas arriba.

Para evitar el efecto de un elevado caudal del agua en la planicie Sur ubicada con cota 821.0 m.s.n.m.; se ha proyectado un dique de control en la progresiva [2+140] transversal al eje de la pista de tal forma que permita el control del nivel de aguas máximas provenientes del cauce que sirve la alcantarilla hasta la cota 823.5 m.s.n.m., este dique tendrá una longitud de 120 mts. construido de material de préstamo impermeable. (ver plano DC)

El eje de la vía se halla ubicado entre las cotas 826.0 y 825.5 m.s.n.m. lo que ha permitido una cobertura mínima de 1.20 mts. para la sección abovedada de alcantarilla con flecha 2.12 mts. y luz 3.41 mts. la que ha sido diseñada con un espesor de 3.5 mm., ondulaciones de 152.5 x 50.8 mm., 181.0 mts. de longitud con 5.5% de gradiente.

En este caso se ha buscado un alineamiento de la alcantarilla con el cauce de ingreso para evitar los efectos nocivos que se presentarían en caso de cambio

violento de alineamiento o dirección del flujo asociado al cambio de gradiente.

La entrega de la alcantarilla ha sido protegida por un enrocado ubicado sobre el cauce que alimentará el canal principal transversal.

El plano DD, muestra los detalles de la estructura y el plano D-2 su ubicación en la zona de volteo sector Sur; así como en el plano DC.

ii. **ALCANTARILLA TMC ABOVEDADA KM. 0-370 A 0-525**

Esta alcantarilla no desarrolla un alineamiento transversal a la pista, sino más bien sirve de cobertura al dren principal DP-3 entre las progresivas señaladas que corresponden a la plataforma de volteo en la margen Nor-Oeste del relleno de la vía.

Ingresa con cota 819.2 m.s.n.m. y con una gradiente de 0.4%, con sección abovedada de 2.12 mts. de flecha por 3.41 mts. de luz y ondulaciones de 152.4 x 50.8 mm.

Los cabezales y estructura de protección del lecho de ingreso y salida incluyen una losa de protección y enrocado típico; son similares a la alcantarilla anterior.

El caudal de diseño asumido llega a 4 m<sup>3</sup>/s. con tirantes no superiores a 1.20 mts; sin embargo como consecuencia del control que ejerce la sección de la alcantarilla que atraviesa la carretera marginal, se producirá una elevación del tirante para el caudal de diseño, elevando el nivel a un valor cercano, de cota 819.54 m.s.n.m. que saturará la cimentación del cabezal de salida, por lo que se optó por mejorar la "uña" de fijación y ampliar la abertura de aleros a 40° con el objeto de controlar la filtración y la desestabilización del talud de la plataforma de volteo además de ubicar un cabezal con armadura para controlar los asentamientos

probables por la saturación.

Los planos DD, y ED, muestran los detalles de los cabezales y las estructuras de protección.

iii. ALCANTARILLA TMC ABOVEDADA, CRUCE DE LA CARRETERA MARGINAL.

Esta alcantarilla existente es del tipo TMC y tiene un diámetro de 36" con cabezales de concreto ciclópeo; se construyo el año 1991 para resolver el problema de drenaje de ese entonces en el sector Norte con cota de fondo de 818.31 m.s.n.m.

Para efecto del presente proyecto se ha considerado su reemplazo con una alcantarilla abovedada de flecha 2.13 mts y luz 3.40 mts., con espesor de 12.5 mm., la cobertura mínima alcanzara 0.60 mts., requiriendo de una cota de fondo de 817.92 m.s.n.m. en la entrada y en la salida 817.80 m.s.n.m. con una longitud de 12.0 mts.

El canal proyectado que unirá esta alcantarilla con el río Uquihua desarrolla una gradiente de 0.3% con cambio al final hacia 0.1% manteniendo una sección hidráulica de 3.0 mts de base y tirante medio de 1.0 a 1.2 mts. para los 4.0 m<sup>3</sup>/s diseñado, desarrollando una velocidad media de 0.9 m/s.

En este sentido se requerirá de una estructura de protección aguas abajo de la alcantarilla según se indica en el plano DD. (detalle típico). Aguas arriba se prevé en casos excepcionales la formación de una laguna temporal que alcanzaría la cota 819.54 m.s.n.m. la que no afectará la carretera marginal existente.

iv. ALCANTARILLA TMC CIRCULAR DOBLE , CRUCE DE LA QUEBRADA TRANCAYACU EN LA PROGRESIVA 0+820 (REHABILITACIÓN).

La alcantarilla existente de TMC consta de dos ductos circulares de  $\emptyset = 60"$  y 150 mts. de longitud

paralelas entre sí, la cota de ingreso es la correspondiente a 821.94 m.s.n.m. y desarrolla una gradiente de 0.75%. De acuerdo a la evaluación realizada el ducto mantiene condiciones estructurales adecuadas requiriendo sin embargo algunos trabajos de rehabilitación según se indican:

- Remoción de 10 mts. de alcantarilla (lado derecho) del sector aguas abajo para eliminar acoples dañados y recolocación de relleno lateral erosionado; así como material de base.
- Colocación del cabezal en la entrega aguas abajo incluyendo las estructuras de protección requeridas: losa de aproximación y escollera de protección según diseño típico.
- Limpieza del cauce aguas arriba sobre un mínimo de 100 mts. y un ancho de 3.00 mts. manteniendo una gradiente no menor de 0.7%.
- Limpieza del pozo existente aguas abajo colocando el enrocado de protección con un espesor no menor de 0.70 mts. y diámetro predominante de 0.50 mts. sobre una longitud no menor de 10 mts.
- Calzado y resane del cabezal de ingreso incluyendo la calzadura de los muros de ala y la profundización del "diente" de sujeción de la losa de ingreso a un nivel no menor de 1.0 m. respecto del fondo actual.

#### IV.2.2.4.2.- ESTRUCTURAS DE ENTREGA.

Estas estructuras típicas se utilizarán para controlar el efecto erosivo que tendrá el flujo de entrega desde las cunetas a los drenes principales o cauces, los ductos de salidas de los buzones colectores hacia los drenes, las cunetas urbanas a drenes colectores y drenes menores a drenes mayores.



Se consideran ejecutarlas en mampostería de piedra con una transición desde el canal de ingreso (que será trapezoidal) hacia una sección rectangular de 1.0 m. de ancho o mayor de acuerdo a la base del canal de ingreso. Desarrollará caídas o gradas de 1.0 m. las cuales permitirán su adecuación a la topografía del terreno.

La losa y los taludes, se adaptarán al terreno evitando en lo posible los rellenos, tendrá un espesor de 0.20 mts. incluyendo una cama o filtro de material drenante y 0.50 mts. en promedio, para permitir el alivio de la supresión, incorporando al extremo de cada grada, un ducto dren interceptor de PVC de  $\varnothing = 2"$ .

La piedra deberá ser en lo posible angulosa para incrementar la rugosidad del lecho y favorecer la disipación de energía. En el plano final de entrega se colocara una "uña" de apoyo en mampostería para fijar la estructura y evitar la socavación en el caso de drenes de entrega en tierra.

Ver detalles en el plano ED.

#### IV.2.2.4.3.- ENROCADOS DE PROTECCIÓN.

Este tipo de estructuras se diseñan para controlar el efecto que tendrá el flujo sobre la estabilidad de los taludes expuestos a saturación y/o acción erosiva del esfuerzo de corte de los caudales a ser evacuados o controlados en el proceso de drenaje; también para proteger los cauces y lechos contra la erosión regresiva a desarrollarse por el cambio de las condiciones hidráulicas que establecerá el nuevo sistema de drenes y alcantarillas.

Se han considerado dos tipos de enrocado:

- Enrocado de taludes con un diámetro medio de 0.30 m. un  $D_{90}$  de 0.70 m. Colocados en capas de 0.70 m. con una base granular como filtro para impedir el "lavado" del material fino de base. El espesor "T" se define a partir de  $D_{90}$  y permite dimensionar el "talón" el cual deberá tener 1.5T de ancho y con una profundidad "b" de 1.0 m. como mínimo. En el sector de ingreso de la alcantarilla Sur-Oeste se han considerado

80.0 mts. de protección para el talud del terraplén de la pista, así como en los taludes de salida de la alcantarilla en la progresiva [0+820], así mismo en la progresiva [2+070].

- El enrocado de la protección de fondo se ubicará en cada ingreso y salida de las alcantarillas luego de la losa de protección que es parte del cabezal. Los planos DD y ED, muestran los detalles de enrocados y las ubicaciones en los planos D-1 y D-2.
- El enrocado de protección también podrá colocarse en franjas de 1.5 a 2.0 mts. cada 50 o 100 mts. a lo largo del lecho de los drenes o cauces proyectados para controlar el proceso erosivo y evitar de esta manera el efecto sobre la cimentación de los cabezales de las alcantarillas de entrega, o de la entrega de un canal en emboquillado, hacia un dren en tierra. La vegetación complementará el proceso permitiendo la fijación por el entretrejido de raíces que se formarán.

#### IV.3.00.00.- SOBRE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y DE OPERACION.

Sin embargo el constructor puede escoger otros, pero sujeto a la aprobación del supervisor y únicamente se usarán procedimientos, métodos y equipos adecuados y seguros.

Esta aprobación, no impedirá al constructor la obligación de cumplir con las especificaciones señaladas en el proyecto, ni será causa de reclamo por parte del mismo.

#### IV.3.01.00.- OBRAS PROVISIONALES, TRAZOS, REPLANTEOS Y MOVILIZACIÓN A LA OBRA

##### IV.3.01.01.- MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS

##### DESCRIPCIÓN.-

Este ítem se refiere al traslado del Equipo Mecánico hacia la Obra, para que sea empleado en ella en sus diferentes etapas, y su

retorno una vez terminado el trabajo.

El traslado por vía terrestre del equipo se hará por sus propios medios y serán transportados además por ellos las demás herramientas y equipo liviano como martillo, compresoras, etc.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El trabajo ejecutado será medido en forma global.

#### **BASES DE PAGO**

El pago por este concepto será global. En él se incluirá el flete por tonelada del Equipo transportado; el alquiler del Equipo que lo hace por sus propios medios; montaje y desmontaje de las Plantas procesadoras de material, seguros por el traslado del Equipo e imprevistos necesarios para completar el ítem.

Hasta el 50% del monto ofertado por esta partida, se hará efectivo cuando el equipo mínimo se encuentre operando en la Obra. el 50% restante se abonará al término de los trabajos, cuando los equipos sean retirados de la Obra, con la autorización del Supervisor. El importe a pagar será el monto correspondiente a la partida "Movilización y Desmovilización".

#### **IV.3.01.02.- LIMPIEZA DE CAUCES CON MAQUINA**

##### **DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en eliminar con máquina el material que se ha acumulado en el cauce debido a las sucesivas avenidas y que disminuye su sección hidráulica, se incluye asimismo la maleza y vegetación que obstruya el cauce tanto aguas arriba como aguas abajo.

El material depositado se empujará con retroexcavadora orugas 165 HP hacia las riberas, hasta restituir todo el ancho del cauce deseado.

##### **MÉTODOS DE MEDICIÓN**

La unidad de medida será en metros cúbicos de material que se

retire hacia ambas márgenes; la medición de éste volumen se hará tomando secciones antes y después del trabajo con el equipo, las distancias entre secciones y el límite de ellas, aguas arriba y abajo de las alcantarillas, u obra de arte de que se trate, será determinada por la Supervisión para cada caso en particular.

Los metrados en el Presupuesto son referenciales y a juicio de la supervisión estos podrán variar en cada caso compensando unos a otros donde realmente se necesite.

#### **BASE DE PAGO**

El análisis de precio unitario será en hectáreas, según el área comprometida en el cauce mas 3 metros en ambas márgenes.

Se compensará, todo el trabajo de mano de obra, equipo e imprevistos necesarios para la correcta y completa ejecución de los trabajos especificados.

#### **IV.3.01.03.- DESVIÓ DE CAUCES Y MANTENIMIENTO DEL TERRENO DURANTE LA OBRA**

##### **DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en proceder al desvió de cauces de quebradas y drenes existentes para la ejecución de trabajos en el ámbito de influencia del cauce y de esta manera obtener un trabajo seguro y rápido.

Se ejecutara a mano y maquinaria cuando sea necesario construyendo un cauce alternativo que permita el desvió de las aguas mediante un pequeño dique de tierra con una altura suficiente no mayor de 1m.

##### **MÉTODOS DE MEDICIÓN**

La unidad de medida será en metros lineales considerando el hecho que los cauces son pequeños y que deberán trabajarse en período de estiaje. La medición de éste trabajo se harán tomando en cuenta todas las componentes involucradas.

Las distancias entre secciones y el límite de ellas aguas

arriba y abajo de las alcantarillas, u obra de arte de que se trate, será determinada por la Supervisión para cada caso en particular.

Los metrados en el Presupuesto son referenciales y a juicio de la supervisión estos podrán variar en cada caso compensando unos a otros donde realmente se necesite.

#### **BASE DE PAGO**

El análisis de precios unitarios será en metros lineales, según la cantidad de movimiento de tierras en cada caso y en donde se compensará, todo el trabajo de mano de obra, equipo e imprevistos necesarios para la correcta y completa ejecución de los trabajos especificados.

#### **IV.3.01.04.- TRAZO Y REPLANTEO GENERAL DEL PROYECTO**

##### **DESCRIPCIÓN**

Para este trabajo se considera todas las tareas relacionadas a la ubicación en el terreno de los puntos de referencia indicados en el plano y que permiten el traslado de alineamientos, cotas, rumbos, gradientes necesarios para una cabal reproducción de los diseños elaborados.

En la medida en que se dispone de un plano topográfico escala 1:2000, elaborado por el Ministerio de Transporte en 1990 y otro a la misma escala elaborado en el presente proyecto.

El contratista deberá verificar los BM's de referencia y corregir las diferencias que existiesen correspondientes al plano.

##### **MÉTODOS DE MEDICIÓN**

La unidad de medida será global que incluye todos los trabajos topográficos necesarios para la verificación y replanteo, así como los levantamientos que fuesen necesarios y que serán indicados por el Supervisor.

Los metrados en el Presupuesto son referenciales y a juicio de la supervisión estos podrán variar en cada caso compensando unos

a otros donde realmente se necesite.

#### **BASE DE PAGO**

El análisis de precios unitarios será global, y comprende toda el área del proyecto.

Se compensará, todo el trabajo de mano de obra, equipo e imprevistos necesarios para la correcta y completa ejecución de los trabajos especificados.

#### **IV.3.02.00.- MOVIMIENTO DE TIERRAS**

##### **IV.3.02.01.- EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA**

#### **DESCRIPCIÓN**

Se clasificará como excavación de plataforma, la requerida para formar la plataforma del canal, es decir la parte comprendida entre la superficie del terreno natural y el nivel superior del prisma del canal.

El trabajo comprenderá la excavación, el empuje del material y la conformación de un banco de escombros en los límites del área de influencia del canal, de acuerdo a lo mostrado en los planos de diseño.

En los tramos de roca en media ladera, el material extraído de estas excavaciones, podrá ser colocado conformando la plataforma del canal (Cp); podrá ser arrojado por medio del tractor hacia la ladera, o colocado donde lo indique la Supervisión a una distancia no mayor de 30m. del borde del área de trabajo. En caso de que el material excavado reúna las características requeridas por las especificaciones respectivas, podrá ser utilizado para la ejecución de los rellenos del canal, cargándolo directamente del banco de escombros.

#### **METODO DE MEDICION**

El volumen a pagar será el número de metros cúbicos, medido

en su posición original, de material aceptablemente excavado de acuerdo con los planos o indicaciones del Supervisor, pero en ningún caso se incluirá dentro del volumen a pagar, aquel que quede fuera del volumen delimitado por los planos verticales 50 cm. fuera de planos paralelos a las líneas exactas de los cimientos; para las alcantarillas de tubo será en planos verticales a 0.50 m. a cada lado de la proyección horizontal del diámetro.

La medición no incluirá volumen de excavación alguno realizado con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural no removido.

Tampoco se incluirá en la medición, el volumen de material removido por segunda vez.

#### **BASES DE PAGO**

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, se abonará al precio unitario del Contrato por metro cúbico. Queda entendido que el precio y pago constituirá compensación completa por todos los trabajos antes mencionados y por toda mano de obra, eliminación del desmonte, factor volumétrico, leyes sociales, equipo, herramientas e imprevistos para completar la partida.

#### **IV.3.02.02.- EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS**

##### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida comprenderá toda excavación necesaria para la cimentación de alcantarillas TMC abovedadas, buzones, muros y toda otra estructura para la cual la partida particular no especifique en otra forma tales excavaciones.

Estas excavaciones se realizarán fundamentalmente a mano y requerirán trabajos de detalle de acuerdo a las características de las estructuras, drenando cuando sea necesario mediante bombeo. Por la naturaleza del terreno no se espera encontrar roca o material deleznable siendo este predominantemente arcillo-limoso. Todo el trabajo se realizará de acuerdo con las presentes Especificaciones y en conformidad con los requisitos para las estructuras indicadas

en los planos y según lo ordenado por el Supervisor.

No se admitirá ningún reajuste por clasificación, sea cual fuere la calidad del material excavado.

## MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

### EXCAVACIÓN

- a. El contratista notificará al Supervisor con suficiente anticipación el comienzo de la excavación, de manera que puedan tomarse secciones transversales, medidas y elevaciones del terreno no alterado. No podrá removerse el terreno adyacente a las estructuras sin autorización del Supervisor.
- b. El drenaje durante la excavación se efectuará con sistema de bombeo manual o portátil para permitir la excavación y extracción del material resultante.
- c. Se excavarán las zanjas y las formas para estructuras o bases de estructuras de acuerdo a las líneas rasantes o elevaciones indicadas en los planos y controladas topográficamente por el Supervisor. Deberán tener las suficientes dimensiones de modo que permitan construir en todo su ancho y largo las estructuras íntegras o las bases de las estructuras indicadas.

La elevación de la parte inferior de las bases que se indican en los planos, serán consideradas tan sólo como aproximadas y el Supervisor podrá ordenar por escrito los cambios en dimensiones o elevaciones de las bases que pudieran considerarse necesarias para asegurar una cimentación satisfactoria.

- d. Las raíces y todo otro material inadecuado que se encuentre antes o al nivel de cimentación, deberá ser retirado. Todo material acopiado a nivel de cimentación deberá estar limpio de materiales sueltos y recortado hasta que llegue a tener una superficie firme, ya sea a nivel, con gradas o dentada, según sea indicado por el Supervisor.

Cuando las obras de cimentación tengan que apoyarse sobre superficies que no sean suficientemente consolidadas, deberá



tomarse especial cuidado de no remover el fondo de la excavación y no se efectuará la excavación hasta la cota final, hasta momentos antes de iniciar la construcción de la cimentación.

- e. Cuando tengan que colocarse alcantarillas de tubo en zanjas excavadas con terraplenes, las excavaciones de cada zanja se realizarán después de que el terraplén haya sido construido hasta un plano paralelo a la rasante del perfil propuesto y hasta una altura que sobrepase cuando menos 15cm. la parte superior del tubo, como indican los planos o lo requiera el Supervisor.

No se permitirá la colocación de las alcantarillas en relleno sin haber cumplido con este requisito. El ancho de la excavación será cuando menos el diámetro del tubo más 1.00 metro.(0.50m. a ambos lados).

#### **UTILIZACIÓN DE MATERIALES EXCAVADOS**

Todo el material excavado que sea adecuado, será empleado como relleno para la formación de terraplenes u otras estructuras de tierra. El excedente de este material tendrá que ser retirado finalmente de forma tal que no obstruya el curso de la corriente, ni perjudique de otra manera la eficiencia o apariencia de la estructura, pero en ningún caso se podrá depositar material proveniente de la excavación, de manera que ponga en peligro la estructura a media construcción, ya sea por presión directa o indirecta por la sobrecarga de terraplenes contiguos al trabajo o de otra manera.

#### **APROBACIÓN DE LOS CIMIENTOS**

Después de la conclusión de cada excavación, el Contratista notificará al Supervisor y no se podrá construir obra alguna hasta que el Supervisor hubiera aprobado la profundidad de la excavación y la calidad del material para la fundación.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El volumen a pagar será el número de metros cúbicos, medido en su posición original, de material aceptablemente excavado de

acuerdo con los planos o indicaciones del Supervisor, pero en ningún caso se incluirá dentro del volumen a pagar, aquel que quede fuera del volumen delimitado por los planos verticales 50 cm. fuera de planos paralelos a las líneas exactas de los cimientos; para las alcantarillas de tubo será en planos verticales a 0.50 m. a cada lado de la proyección horizontal del diámetro.

La medición no incluirá volumen de excavación alguno realizado con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural no removido. Tampoco se incluirá en la medición, el volumen de material removido por segunda vez.

#### **BASES DE PAGO**

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, se abonará al precio unitario del Contrato por metro cúbico.

Queda entendido que el precio y pago constituirá compensación completa por todos los trabajos antes mencionados y por toda mano de obra, eliminación del desmonte, factor volumétrico, leyes sociales, equipo, herramientas e imprevistos para completar la partida.

#### **IV.3.02.03.- RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL DRENANTE.**

##### **DESCRIPCIÓN**

Esta especificación se refiere al relleno a realizar en zanjas donde se ubican los sub-drenes tanto colectores como interceptores así como al material requerido para los filtros de base de estructuras específicas: Muros, losas, entregas en mampostería de piedra, cabezales, etc.

Se colocará el material en capas de 0.10 m. y se compactará hasta lograr uniformidad en la superficie y la deformación sea mínima llegando al 80% de densidad relativa, para colocar la siguiente capa se escarificará la superficie hasta 1 cm. a efecto de lograr continuidad en el cuerpo del filtro. Las paredes de la zanja, base de la estructura o apoyo de la capa drenante, filtrante o capa drenante deberán ser uniformizadas y perfiladas para lograr

una colocación uniforme.

**MATERIAL FILTRANTE**

El material filtrante para relleno de las zanjas de los subdrenos y base de estructuras consistirá de partículas limpias duras y durables, de grava o piedra triturada y arenas exentas de materia orgánica, terrones de arcilla u otros materiales perjudicial.

**MATERIAL DRENANTE**

El material drenante para los drenes envueltos con manta geotextil deberá ser la grava N<sup>o</sup> 3, constituida por grava o piedra triturada con tamaño máximo de 2" y mínimo de 1", excenta de materia orgánica, terrones de arcilla u otros materiales perjudiciales.

**CARPETA DRENANTE**

En los lugares que el diseño o el Supervisor indiquen, se construirán carpetas drenantes y en el relleno de la excavación efectuada por debajo de la cota de la subrasante de los cortes en roca o en este caso bajo el pavimento, debe ser utilizada grava, piedra o grava triturada que cumpla con la gradación indicada a continuación:

Tamices (AASHTO M-92)	% EN PESO QUE PASA EL TAMIZ
1"	100
3/4"	75-100
1/2"	45-90
3/8"	30-75
N° 4	10-35
N° 8	0-5

## MÉTODO DE MEDICIÓN

El volumen a pagar será el número de metros cúbicos, medido en su posición final, de material aceptablemente preparado de acuerdo con los planos o indicaciones del Supervisor, pero en ningún caso se incluirá dentro del volumen a pagar.

La medición no incluirá volumen de excavación alguno realizado con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural removido.

Tampoco se incluirá en la medición, el volumen de material removido por segunda vez.

## BASES DE PAGO

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, se abonará al precio unitario del Contrato por metro cúbico.

Queda entendido que el precio y pago constituirá compensación completa por todos los trabajos antes mencionados y por toda mano de obra, eliminación del desmonte, factor volumétrico, leyes sociales, equipo, herramientas e imprevistos para completar la partida.

### IV.3.02.04.- RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL SUELTO.

#### DESCRIPCIÓN

Una vez realizados los trabajos de limpieza y desbroce, y/o de desmonte, la superficie será previamente compactada y drenada antes de proceder a la colocación de los rellenos en el caso del dren y del solado de concreto de estructuras. La preparación de la superficie de apoyo para los materiales será hecha humedeciéndola y apisonándola con rodillo o vibrador manual, la compactación requerida será al 95% del proctor standart para suelos cohesivos y del 80% de densidad relativa para suelos granulares.

Se tomarán las provisiones necesarias para la consolidación del relleno, que protegerá las estructuras enterradas.

Para efectuar el relleno compactado, previamente el

Constructor deberá contar con la autorización del Supervisor.

El primer relleno compactado que comprende a partir de la cama de apoyo de la estructura (tubería), hasta 0.30 mts. por encima de la clave del tubo, será con material selecto. Este relleno se colocará en capas de 0.05 mts. de espesor terminado, desde la cama de apoyo compactándolo íntegramente con pisones manuales de peso apropiado, teniendo cuidado de no dañar la estructura.

El resto de relleno compactado, será también de capas de 0.30 mts. hasta llegar a la altura de la superficie (franja de seguridad), cada capa será compactada con vibro-apisonadores, planchas y/o rodillos vibradores; aquí no se permitirá el uso de pisones u otra herramienta manual.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El volumen a pagar será el número de metros cúbicos, medido en su posición final, de material aceptablemente preparado de acuerdo con los planos o indicaciones del Supervisor, pero en ningún caso se incluirá dentro del volumen a pagar.

La medición no incluirá volumen de excavación alguno realizado con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural removido. Tampoco se incluirá en la medición, el volumen de material removido por segunda vez.

#### **BASES DE PAGO**

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, se abonará al precio unitario del Contrato por metro cúbico. Queda entendido que el precio y pago constituirá compensación completa por todos los trabajos antes mencionados y por toda mano de obra, eliminación del desmonte, factor volumétrico, leyes sociales, equipo, herramientas e imprevistos para completar la partida.

#### **IV.3.02.05.- ELIMINACIÓN DE DESMONTE**

##### **DESCRIPCIÓN**

Las áreas que van a ser ocupadas por obras permanentes, serán

desbrozadas de mantillo (humus), suelo orgánico, tierra con exceso de plantas y raíces y materiales similares que no puedan dejarse en los cimientos de las estructuras, ni usarse para rellenos o materiales de construcción. Parte del material excedente será ocupado como relleno previa selección.

El material que va ser eliminado será transportado fuera del área de trabajo a una distancia mínima de 30m.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

El volumen será el número de metros cúbicos, La medición no incluirá volumen de desmonte alguno realizado con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural removido.

#### **BASES DE PAGO**

El volumen medido se abonará al precio unitario del Contrato por metro cúbico.

Queda entendido que el precio y pago constituirá compensación completa por todos los trabajos antes mencionados y por toda mano de obra, eliminación del desmonte, factor volumétrico, leyes sociales, equipo, herramientas e imprevistos para completar la partida.

#### **IV.3.03.00.- MAMPOSTERÍA DE PIEDRA.**

##### **DESCRIPCIÓN**

Consiste en el revestimiento utilizado en los canales de drenaje, vertederos de demasías, cunetas longitudinales, cunetas urbanas y estructuras de entrega a los drenes. Se ha observado que una gran parte de las estructuras indicadas en proyectos similares han claudicado por haber fallado la cimentación y las estructuras de protección, producto de la socavación que ha originado el agua a la salida de alcantarilla, entrega de canales, vertederos de demasías. Una manera de protegerlas es colocando precisamente un revestimiento de mampostería de piedra que es mucho más resistente que el terreno natural.

## **MÉTODO DE EJECUCIÓN**

Se procederá a colocar 2 hileras de piedra de 0.20 m. cada piedra aproximadamente, utilizando una cama de mortero 1:3 de 5 cm de espesor alternando las hileras de piedra como un muro de ladrillo entre piedra y piedra lateralmente. De esta manera se formará una capa monolítica resistente que impedirá la socavación.

Se seleccionarán las piedras de un espesor de 0.20 m. con una cara sensiblemente plana, dentro los límites prácticos de los que se puede encontrar. Se puede usar también roca de rodadura.

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de método de medida será el metro cubico ( $m^3$ ).

## **BASES DE PAGO**

Se pagará al precio unitario del contrato indicado en la partida correspondiente. En el análisis de precio unitario se considera un espesor de 0.25 m de emboquillado de piedra formado por 2 capas de piedra, unida lateralmente por medio de un mortero de cemento (1:3) de 0.05 m de espesor y colocadas alternativamente, como muro de ladrillos.

Se toma en cuenta todos los materiales, equipos y mano de obra para una correcta ejecución de partida.

## **IV.3.04.00.- TERRAPLÉN**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida corresponde al relleno compactado que servirá de cuerpo del dique a ser utilizado para el control de descargas máximas correspondientes a la progresiva [2+070]. Se utilizarán dos tipos de materiales según lo indicado en los planos respectivos (plano DC), el material correspondiente el núcleo será arcilla inorgánica (CL) y los espaldones de limo-arcilloso (ML). El material será obtenido en préstamo lateral, existente en la zona libre de materia orgánica, raíces y troncos pudiendo contener el ML fragmentos de roca de tamaño variable hasta de 0.01m. El índice

de plasticidad deberá estar entre 1 y 15.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de método de medida será el metro cubico (m<sup>3</sup>).

#### **BASES DE PAGO**

Se pagará al precio unitario del contrato indicado en la partida correspondiente. Se toma en cuenta todos los materiales, equipos y mano de obra para una correcta ejecución de la partida.

#### **IV.3.05.00.- ENROCADO**

##### **DESCRIPCIÓN**

Este tipo de protección servirá para el encauzamiento, control de taludes del relleno y control de la erosión a presentarse en el ingreso y salida de alcantarillas producto del flujo de agua proveniente de los cauces naturales, drenes, entregas de cunetas y entrega de drenes secundarios hacia los cauces de las quebradas de paso o depresiones topográficas.

Se ha observado que una gran parte de las áreas de entrega a los cauces ubicadas entre el terraplén y su unión con el terreno se hallan erosionadas por efecto del agua, situación que puede poner en peligro la estabilidad de los estribos de las alcantarillas y la parte terminal de los rellenos. Una forma de protegerlas es colocando estructuras de control construidas con enrocado constituido de piedra volcánica, la cual es mucho más resistente a la abrasión y genera condiciones de rugosidad que reduce el efecto erosivo por disminución de velocidad de la entrega.

Existen dos tipos de enrocado:

- Enrocado de protección a los terraplenes de la pista de rodamiento.
- Enrocado de protección a los cauces de entrega desde las alcantarillas o de cunetas de drenaje.



En ambos casos el diámetro mínimo será de 0.30m.

#### **MÉTODO DE EJECUCIÓN**

Cuando el perfil del terreno lo requiera será necesario rellenar con material de terraplén debidamente compactado desde el punto de entrega de la cuneta, junto a la berma y la sección de entrega al cauce ubicada aproximadamente 30 m. del pie de terraplén hacia aguas arriba o aguas abajo según se trate de la ubicación de la entrega, en el caso de entrega al cauce. En el caso de entrega a depresiones tendrá un mínimo de 10 m. de longitud.

Se colocará material : piedras de 0.30 m. de diámetro como mínimo.

Se limpiará y compactará adecuadamente el lugar de ubicación drenando el mismo si fuese necesario y luego colocando el material base o filtro para luego acomodar la piedra, la cual deberá ser angulosa de 0.50m. como máximo.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Se efectuará la medición por volumen de enrocado, colocando con su correspondiente filtro y compactación de la base.

#### **BASES DE PAGO**

La forma de pago se efectuará bajo las bases de pago de la partida correspondiente y el volumen incluirá el material complementario.

Se toma en cuenta todos los materiales, equipos y mano de obra para una correcta ejecución de la partida.

### **IV.3.06.00.- TUBERÍA DE CONDUCCIÓN Y DRENAJE**

#### **DESCRIPCIÓN**

Esta Especificación se refiere a la construcción de los dispositivos de drenaje subterráneo, a ser ejecutados de acuerdo con las alineaciones, cotas, tipos y dimensiones indicadas en el diseño u ordenadas por el Supervisor.

Comprende la construcción de subdrenes longitudinales para cortes en suelo o en roca, subdrenes longitudinales y transversales para pavimento, drenes de quebradas y salidas de subdrenes en cajas o cabezales de alcantarillas o en talud de terraplén.

## **MATERIALES**

### **1. TUBOS PERFORADOS DE PVC**

Los tubos de PVC tendrán sección circular con circunferencias concéntricas, interna y externamente y encajables del tipo a caja y espiga. El hormigón requerido para los buzones consistirá de una mezcla de cemento Portland, agregados y agua,  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

### **2. TUBOS DE CONCRETO**

Los resultados individuales de los diversos ensayos, para cada diámetro del tubo de concreto y para cada cargamento o inspección en la fábrica deberán tabularse separadamente, a fin de mostrar el porcentaje de fallas en cada caso.

Las muestras para el ensayo de resistencia serán seleccionadas por el Supervisor en el lugar de producción.

El Contratista deberá entregar y ensayar sin cargo alguno las muestras para el ensayo, en cantidades por encima del 0.5% del número de tubos de cada diámetro. En ningún caso serán ensayadas menos de dos unidades. Los tubos no deberán presentar fracturas, así como tampoco deformaciones en alineación, de más de 0.3 cm, en un largo de 30 cm. Los planos de los extremos deberán estar a escuadra con el eje longitudinal del tubo.

Los tubos estarán sujetos a inspección por el Supervisor en el lugar de fabricación, en los depósitos y en las zanjas. El objetivo de la inspección será rechazar los tubos que independientemente de los ensayos físicos aquí prescritos, no atendieran las exigencias de esta Especificación.

## **EJECUCIÓN**

Las zanjas debe ser excavadas de acuerdo con la localización,

ancho, alineamiento y cotas indicadas en el diseño u ordenados por el Supervisor.

#### SUBDRENE EN CORTES EN SUELO

Estos drenes están constituidos de un núcleo drenante envuelto por la manta filtrante de geotextil, con dimensiones que dependen de la cantidad de agua subterránea a drenar.

Son utilizados cuando la capa freática se localiza a menos de 1.50 m. abajo de la cota final de la subrasante en las épocas lluviosas.

Después de la excavación de la zanja se desenrollará el rollo de geotextil sobre la zanja y enseguida se colocará dentro la misma el núcleo drenante, debiendo los bordes de la manta ser fijados en las márgenes de la zanja a través de pequeños estacas de varillas metálicas.

La grava N° 3 deberá ser compactada en la zanja hasta la cota de diseño.

Enseguida las estacas se deberán retirar y las mantas cubrir la parte superior del material drenante con una superposición mínima indicada en los planos.

Los tubos perforados de PVC del tipo caja y los de concreto del tipo espiga, serán colocados en las salidas de los drenes de modo que el extremo de la caja quede pendiente arriba, tapándose la misma con una piedra del tamaño adecuado de modo que la grava N° 3 no penetre dentro del tubo.

Los tubos deberán llegar hasta las cajas colectoras o cabezales de alcantarillas o en talud de terraplén y en estos casos se construirá el cabezal de salida de acuerdo con los planos.

Después de que la manta geotextil cubra el material drenante se deberá colocar el material filtrante de acuerdo con los planos. Cuando se verifique que el material filtrante fue contaminado con materiales extraños, el mismo será sustituido por otro de calidad aceptable al Supervisor.

## **SUB-DRENES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES**

Los subdrenes longitudinales y transversales rasos solamente serán utilizados en los tramos que serán pavimentados con el objeto de controlar el flujo subterráneo emergente en el sector Norte y en el Sur donde lo indique el Supervisor. Una vez abiertas las zanjas, las mismas serán llenadas con el material filtrante de relleno indicado.

Las salidas serán buzones colectores los cuales entregarán flujo a los drenes principales mediante tubería PVC  $\emptyset = 8''$ .

### **DREN LONGITUDINAL**

Los drenes longitudinales se ejecutarán en zonas específicas de acuerdo a dimensiones indicadas en los planos. El material filtrante de la base del dren deberá estar constituido de grava o piedras trituradas de dimensiones variables según se describe líneas arriba.

### **SALIDA DE SUBDRENES**

Los subdrenes longitudinales para el pavimento desaguaran en buzones colectores los cuales se hallan separados 300 m. entre si y alejados a 40 m. del eje de la vía. La entrega del buzón del sub-dren será con tubo no perforado y sobresaliendo sobre la pared del dren de entrega un mínimo 1.00 m de tubo. Hasta el punto extremo de la salida, los tubos de PVC no deben ser perforados.

### **DREN DE CONDUCCION**

Para los drenes de conducción la excavación en corte abierto será hecha a mano o maquina, a trazos, anchos y profundidades necesarias para la construcción, de acuerdo a los planos replanteados en obra.

Por la naturaleza del terreno, en algunos casos será necesario el tablaestacado, entibamiento y/o pañeteo de las paredes, a fin de que estas no cedan. Las excavaciones no deben efectuarse con demasiada anticipación a la construcción

o instalacion de las estructuras, para evitar derrumbes, accidentes y problemas de transito.

En el fondo de las excavaciones, los espaciamentos entre la pared exterior de la estructura a construir o instalar, con respecto a la pared excavada será de 0.15 m. mínimo y 0.30 m. máximo con respecto a las uniones. La variación de los espaciamentos entre los limites establecidos, dependerá del área de la estructura, profundidad de las excavaciones y tipo de terreno.

La instalación de un tramo (entre buzón y dren principal) se empezará por su parte extrema inferior, teniendo cuidado que la campana de la tubería, quede con dirección aguas arriba.

El alineamiento se efectuará colocando cordeles en la parte superior y al costado de la tubería, los puntos de nivel serán colocados con instrumentos topográficos (nivel).

Todo el tramo será instalado con tubos completos e excepción de la salida del buzón en donde se colocará un niple de 0.60 mts. como máximo anclado convenientemente al buzón.

Se debe hacer pruebas para estas instalaciones con la finalidad de verificar que todas las partes de la linea, hayan quedado correctamente instalados, listas para prestar servicios. Tanto el proceso de prueba como sus resultados, serán dirigidos y verificados por el supervisor con asistencia del constructor, debiendo este ultimo proporcionar el personal, material, aparatos de prueba y cualquier otro elemento que se requiera en esta prueba.

Tambien debe hacerse la prueba de nivelación con instrumentos topográficos de preferencia nivel.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Los subdrenes serán medidos por su longitud, en metros lineales, de acuerdo con el tipo, de conformidad con el diseño y aceptado por el Supervisor.

Las salidas de subdrenes en buzones colectores no serán medidas separadamente. Los tubos de PVC de ID= 8" para la salida de los subdrenes en buzones colectores o en taludes de terraplén no serán medidos separadamente.

Las mantas de geotextil de envoltura de los tubos de salida en los subdrenes longitudinales no serán medidos separadamente, así como cualquier otro trabajo que sea necesario y que no esté mencionado en este ítem.

#### **BASES DE PAGO**

Los dispositivos de drenaje subterráneo medidos en metros lineales de conformidad con los planos, serán pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a la partida Sub-Drenes.

Dichos precios serán la compensación total por los trabajos de excavación, eventual apuntalamiento de las zanjas, bombeo, suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo toda la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar la obra prescrita en la presente Especificación.

#### **IV.3.07.00.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

##### **GENERALIDADES**

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto de modo que éste, al endurecer, tome la forma que se indica en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en su ubicación en la estructura.

##### **EJECUCIÓN**

Los encofrados deberán ser diseñados y contruídos de modo que resistan totalmente el empuje del concreto al momento del relleno sin deformarse.

Para dichos diseños se tomará un coeficiente aumentativo de impacto igual al 50% del empuje del material que debe ser recibido por el encofrado.

Antes de proceder a la construcción de los encofrados, el

Contratista deberá obtener la autorización escrita del Supervisor y su aprobación. Los encofrados para ángulos entrantes deberán ser achaflanados y los que sean para aristas serán fileteados.

Los encofrados deberán ser contruidos de acuerdo a las líneas de la estructura y apuntalados sólidamente para que conserven su rigidez. En general, se deberán unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente. En todo caso, deberán ser contruidos de modo que se puedan fácilmente desencofrar.

Antes de depositar el concreto, los encofrados deberán ser convenientemente humedecidos y sus superficies interiores recubiertas adecuadamente con aceite, grasa o jabón, para evitar la adherencia del mortero.

No se puede efectuar llenado alguno sin la autorización escrita del Supervisor quien previamente habrá inspeccionado y comprobado las características de los encofrados.

Los encofrados no podrán quitarse antes de los tiempos siguientes, a menos que el Supervisor lo autorice por escrito.

Costado de Vigas	24 horas
Cimentaciones y Elevaciones	3 días
Losas en Alcantarilla	7días

#### **ENCOFRADO DE SUPERFICIES NO VISIBLES**

Los encofrados de superficies no visibles pueden ser contruidos con madera en bruto, pero sus juntas deberán ser convenientemente calafateadas para evitar fugas de la pasta.

#### **ENCOFRADO DE SUPERFICIES VISIBLES**

Los encofrados de superficies visibles serán hechos de madera laminada, planchas duras de fibra prensadas, madera machihembrada, aparejada y cepillada o metálicos. Las juntas de unión deberán ser calafateadas para no permitir la fuga de la pasta. En la superficie de contacto deberán ser cubiertas con cintas aprobadas por el Supervisor, para evitar la formación de rebabas.

Dichas cintas deberán estar convenientemente sujetas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

#### MÉTODOS DE MEDICIÓN

Se considerará como área de encofrado la superficie de la estructura que esté cubierta directamente por dicho encofrado y su unidad medida será el  $m^2$ .

#### BASES DE PAGO

El pago de los encofrados se hará por la partida correspondiente en base a precios unitarios por metro cuadrado ( $m^2$ ) de encofrado. Este precio incluirá, además de los materiales, mano de obra y equipo necesario para ejecutar el encofrado propiamente dicho, todas las obras de refuerzo y apuntalamiento, así como de accesos indispensables para asegurar la estabilidad, resistencia y buena ejecución de los trabajos. Igualmente, incluirá el costo total del desencofrado respectivo.

#### IV.3.08.00.- CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND

##### DESCRIPCIÓN

Esta Sección comprende los diferentes tipos de concreto compuestos de cemento Portland, agregados finos, agregados gruesos y agua, preparados y construídos de acuerdo con estas Especificaciones en los sitios y en la forma, dimensiones y clases indicadas en los planos.

##### CLASES DE CONCRETO

La clase de concreto a utilizarse en cada sección de la estructura, deberá ser la indicada en los planos o las Especificaciones o la ordenada por el Supervisor.

- a. CONCRETO CLASE  $F'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .- Para obras de drenaje (cunetas urbanas, etc.)
- b. CONCRETO CLASE  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .- Para toda sección con refuerzo normal, según se indique en los planos.



## COMPOSICIÓN DEL CONCRETO

Las diferentes clases de concreto cumplirán las proporciones y límites mostrados en la tabla siguiente. Para estructuras mayores, el Contratista deberá preparar mezclas de prueba según lo solicite el Supervisor, antes de mezclar y vaciar el concreto. Los agregados, cemento y agua deberán ser preferentemente proporcionados por peso, pero el Supervisor puede permitir la proporción por volumen para estructuras menores.

Clase de Concreto	Resistencia Límite a la comp. a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Tamaño Máx. Agregados (Pulgadas)	Minímo de Cemento (Bol/m <sup>3</sup> )	Máximo de Agua (lt/Bol.cem) Vibrado	Asentam. C-143 AASHTO (cm)
f'c=210	210	1 1/2"	8.5	22.7	5
f'c=140	140	2 1/2"	6.5	26.5	3

## MATERIALES

### a. CEMENTO

El cemento deberá ser del tipo Portland, originario de fábricas aprobadas, despachado únicamente en sacos sellados y con marcas. La calidad del cemento Portland deberá ser equivalente a la de las Especificaciones ASTM-C 150, AASHTO, M-85, Clase I o II. En todo caso, el cemento deberá ser aceptado solamente con aprobación específica del Supervisor, que se basará en los certificados de ensayo emanados de laboratorios reconocidos. La base para dicha aceptación, estará de acuerdo con las normas arriba mencionadas, especialmente la resistencia a la compresión la que no será menor de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, para muestras de mortero de cemento normal. El cemento no será usado en la obra hasta que haya pasado los ensayos excepto cuando lo autorice el Supervisor a fin de evitar el retraso de la obra. El Contratista asumirá todos los gastos de las pruebas necesarias

para la aprobación. La aprobación de la calidad de cemento no será razón para que el Contratista se exima de la obligación y responsabilidad de prever concreto a la resistencia especificada.

El cemento a usarse deberá haber sido fabricado como máximo 15 días antes de su empleo. El cemento pesado o recuperado de la limpieza de los sacos, no deberá ser usado en la obra. Todo cemento deberá ser almacenado en cobertizos o barracas impermeables y colocado sobre un piso levantado del suelo. El cemento será rechazado si se convierte total o parcialmente en cemento fraguado o si contiene grumos o costras. Los cementos de distintas marcas o tipos, deberán almacenarse por separado.

**b. ADITIVOS**

Los métodos y el equipo para añadir sustancias incorporadoras de aire, impermeabilizantes, aceleradores de fragua, etc., u otras sustancias a la mezcladora, cuando fuesen necesarias, deberán ser aprobados por el Supervisor. Todos los aditivos deberán ser medidos con una tolerancia del tres por ciento (3%), en peso, en más o en menos, antes de colocarlos en la mezcladora.

**c. AGREGADO FINO**

El agregado fino para el concreto deberá satisfacer los requisitos AASHTO, designación M-6 y deberá estar de acuerdo con la siguiente graduación:

Tamiz	% Que Pasa
3/8"	100
#4	95-100
#16	45-80
#50	10-30
#100	2-10
#200	0-3

El agregado fino consistirá en arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación previa por el Supervisor.

Será limpio, libre de impurezas, sales y materia orgánica. La arena será de granulometría adecuada, natural o procedente de la trituración de piedras. La cantidad de sustancias dañinas no excederá los límites indicados en la siguiente Tabla:

Sustancia	% en peso
Arcilla o terrones de arcilla	1%
Carbón y lignito	1%
Mat. que pasa Malla N° 200	3%

Otras sustancias perjudiciales tales como esquistos, álcali, mica, granos recubiertos, pizarra y partículas blandas y escamosas, no deberán exceder de los porcentajes fijados para ellas en Especificaciones Especiales cuando la obras las requieran. A los fines de determinar el grado de uniformidad, se hará una comprobación del Módulo de Fineza con muestras representativas enviadas por el Contratista de todas las fuentes de aprovisionamiento que se proponga usar.

Los agregados finos de cualquier origen, que acusen una variación del Módulo de Fineza, mayor de 0.20 en más o en menos, con respecto al Módulo Medio de Fineza de las muestras representativas enviadas por el Contratista, serán rechazados, o podrán ser aceptados sujetos a cambios en las proporciones de la mezcla, o en el método de depositar y cargar la arena que el Supervisor pudiera disponer.

El Módulo de Fineza de los agregados finos será determinado sumando los porcentajes acumulativos en peso de los materiales retenidos en cada uno de los tamices U.S. Standard N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100 y dividiendo por 100.

d. **AGREGADO GRUESO**

El agregado grueso estará constituido por piedra partida, grava, canto rodado o escorias de altos hornos y cualquier otro material inerte aprobado con características similares o combinaciones de éstos.

Deberá ser duro, con una resistencia última mayor que la del concreto en que se va a emplear, químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie. La cantidad de sustancias dañinas no excederá de los límites indicados en la siguiente Tabla:

Sustancias	%en Peso
Fragmento blando	5%
Carbón y lignito	1%
Arcilla y terrones	0.25%
Mat. que pasa malla 200	1%
Piezas delgadas o alargadas long.mayor que 5 veces esp. prom.	10%

El agregado grueso será bien graduado, dentro de los límites señalados en la designación M-80 de la AASHTO, los que se indican en el siguiente cuadro:

TAMAÑO DE PORCENTAJE EN PESO QUE PASA LOS TAMICES								
AGREGADO	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4
1/2" a N° 4					100	90-100	40-70	0-15
3/4" a N° 4				100	95-100	--	20-55	0-10
1" a N° 4			100	95-100	--	25-60	--	0-10
1,1/2" a N° 4		100	95-100	--	35-70	--	10-30	0-5
2" a N° 4	100	95-100	--	35-70	--	10-30	--	0-5
1/2" a 3/4"		100	90-100	20-55	0-15	0-5	--	--
2" a 1"	100	95-100	35-70	0-15	0-5	--	--	--

El tamaño máximo del agregado grueso para las estructuras mayores, no deberá exceder los 2/3 del espacio libre entre barras de la armadura y en cuanto al tipo y dimensiones del elemento a llenar se observarán recomendaciones de la siguiente Tabla:

**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO EN PULGADAS**

DIMENSION MÍN. DE LA SECCIÓN EN PULGADAS	MUROS ARMADOS VIGAS Y COLUMNAS	MUROS SIN ARMAR	LOSAS FUERTEMEN. ARMADAS	LOSAS LIGERAMEN ARMADAS
2 1/2 - 5	1/2 - 3/4	3/4	3/4 - 1	3/4 - 1/2
6 - 11	3/4 - 1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2 - 3
12 - 29	1 1/2 - 3	3	1 1/2 - 3	3
30 o más	1 1/2 - 3	6	1 1/2 - 3	3 - 6

El almacenamiento de los agregados se hará según sus diferentes tamaños y distanciados unos de otros, de modo que los bordes de las pilas no se entremezclen. La manipulación de los mismos se hará evitando su segregación o mezcla con materia extraña.

Las piedras para el concreto ciclópeo serán grandes, duras, estables y durables, con una resistencia última mayor al doble de la exigida para el concreto en que se va a emplear. Su dimensión máxima no será mayor que 1/5 de la menor dimensión a llenarse y en ningún caso mayor de 0.30 m. La piedra estará libre de materias de cualquier especie pegadas a su superficie.

De preferencia, la piedra será de forma angulosa y tendrá una superficie rugosa con el fin de asegurar una buena adherencia con el mortero circundante.

El Contratista proporcionará al Supervisor, previamente

a la dosificación de las mezclas, porciones representativas de los agregados fino y grueso para su análisis, de cuyo resultado dependerá la aprobación para el empleo de estos agregados. El Supervisor podrá solicitar, cuantas veces considere necesario, nuevos análisis de los materiales en uso.

e) **AGUA**

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable. Se utilizará aguas no potables sólo si:

- a. Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, Alcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos.
- b. La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida.
- c. Los cubos de prueba de mortero preparados con agua no potable y ensayados de acuerdo a la Norma ASTM C-109, tienen a los 7 y 28 días resistencias en compresión no menores del 90% de la de muestras similares preparadas con agua potable.

Las sales y otras sustancias nocivas presentes en los agregados y/o aditivos deben sumarse a las que pueda aportar el agua de mezclado para evaluar el contenido total de sustancias inconvenientes. El contenido máximo de ion cloruro soluble en agua en el concreto no deberá exceder del 0.15% en peso del cemento.

## **MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN**

### **CIMENTACIONES**

La excavación para cimentaciones deberá estar de acuerdo con la "EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS". Las cotas de fondo indicadas en los planos, pueden ser cambiadas por el Supervisor al verificar las condiciones del material de excavación. En caso de cambiar las

cotas o dimensiones de las cimentaciones, se proporcionarán planos que indiquen los cambios correlativos en las estructuras, si fuesen necesarios.

#### DOSIFICACIÓN

Los agregados, el cemento y el agua, deberán ser proporcionados a la mezcladora por peso, excepto cuando el Supervisor, para estructuras menores, permita la dosificación por volumen. Los dispositivos para la medición de los materiales deberán ser mantenidos limpios y deberán descargar completamente sin dejar saldos en las tolvas.

La humedad en el agregado será verificada y la cantidad de agua ajustada para compensar la presencia de agua en los agregados. Basado en mezclas de prueba y ensayos de compresión, el Supervisor indicará las proporciones de los materiales.

#### MEZCLA Y ENTREGA

El concreto deberá ser mezclado completamente en una mezcladora de carga, de un tipo y capacidad aprobada, por un plazo no menor de 1/2 minuto después que todos los materiales, incluyendo el agua, hayan sido introducidos en el tambor. La introducción del agua deberá empezar antes de introducir el cemento y puede continuar hasta el primer tercio del tiempo de mezcla. La mezcladora deberá ser operada a la velocidad del tambor que se muestre en la placa del fabricante fijada al aparato.

El contenido completo de una tanda debe ser sacado de la mezcladora antes de empezar a introducir materiales para la tanda siguiente. Preferentemente, la máquina debe ser provista de un dispositivo mecánico que prohíba la adición de materiales después de haber empezado la operación de mezcla.

El volumen de una tanda no deberá exceder la capacidad establecida por el fabricante.

El concreto deberá ser mezclado en cantidades necesarias para su uso inmediato y no será permitido reemplazar el concreto añadiéndole agua, ni por otros medios.

Al suspender el mezclado por un tiempo significativo, la mezcladora será lavada completamente. Al reiniciar la operación, la primera tanda deberá tener cemento, arena y agua adicional para revestir el interior del tambor sin disminuir la proporción de mortero en la carga de mezcla.

#### **MEZCLADO A MANO**

Mezclar el concreto por métodos manuales no será permitido, sino con autorización expresa del Supervisor por escrito.

Cuando sea permitido, la operación será sobre una base impermeable, mezclando primeramente el cemento y la arena en seco antes de añadir el agua.

Cuando un mortero uniforme de buena consistencia haya sido conseguida el agregado húmedo será añadido y toda la masa será batida hasta obtener una mezcla uniforme, con el agregado grueso totalmente cubierto de mortero.

Las cargas de concreto mezclado a mano no deberán exceder 0.4 metros cúbicos en volumen.

#### **VACIADO DE CONCRETO**

Todo concreto debe ser vaciado antes que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de su mezclado. El concreto debe ser colocado en forma que no separe las porciones finas y gruesas y deberá ser extendido en capas horizontales donde sea posible. Se permitirá mezclas con mayor índice de asentamiento, cuando deba llenarse de aire o burbujas. Las herramientas necesarias para asentar el concreto deberán ser provistas en cantidad suficiente para compactar cada carga antes de vaciar la siguiente y evitar juntas entre las capas sucesivas. Deberá tenerse cuidado para evitar salpicar los encofrados y acero de refuerzo antes del vaciado. Las manchas de mezcla seca deberán ser removidas antes de colocar el concreto.

Será permitido el uso de tubos para llevar el concreto a los encofrados siempre y cuando no se separe los agregados en el tránsito. No se permitirá la libre caída de concreto a los encofrados en más 1.5 m.



Los tubos deberán ser mantenidos limpios y el agua de lavado será descargada fuera de la zona de trabajo.

La colocación del concreto deberá ser de una manera prevista y será programada para que los encofrados no reciban cargas en exceso a las consideradas en su diseño.

Las vibradoras mecánicas de alta frecuencia, deberán ser usadas para estructuras mayores. Las vibradoras deberán ser de un tipo y diseño aprobados, debiendo ser manejados en tal forma que trabajen el concreto completamente alrededor de la armadura y dispositivos empotrados, así como en los rincones y ángulos de los encofrados. Las vibradoras no deberán ser usadas como medio de esparcimiento del concreto. La vibración en cualquier punto no deberá prolongarse al punto en que ocurra la segregación. Las vibradoras no deberán ser trabajadas contra las varillas de refuerzo ni contra los encofrados.

#### **JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN**

El concreto deberá ser vaciado en una operación continua por cada sección de la estructura y entre las juntas indicadas. Si en caso de emergencia, es necesario suspender el vaciado del concreto antes de terminar una sección, se deberán colocar topes según lo ordene el Supervisor y tales juntas serán consideradas juntas de construcción.

Las juntas de construcción deberán ser ubicadas como se indique en los planos o como lo ordene el Supervisor. Deberán ser perpendiculares a las líneas principales de esfuerzo y en general, en los puntos de mínimo esfuerzo cortante.

En las juntas de construcción horizontales, se deberán colocar tiras de calibración de 4 cm. de grueso dentro de los encofrados a lo largo de todas las caras visibles, para proporcionar líneas rectas a las juntas.

Antes de colocar concreto fresco, las superficies de las juntas de construcción deberán ser limpiadas por chorro de arena o lavadas y raspadas con una escobilla de alambre y empapadas con agua hasta su saturación, considerándose saturadas hasta que sea

vaciado el nuevo concreto.

Inmediatamente antes de este vaciado, los encofrados deberán ser ajustados fuertemente contra el concreto ya en sitio y la superficie fraguada deberá ser cubierta completamente con una capa muy delgada de pasta de cemento puro, o sea sin arena.

El concreto para las subestructuras deberá ser vaciado de tal modo que todas las juntas de construcción horizontales queden verdaderamente en sentido horizontal y de ser posible, en tales sitios, que no queden expuestos a la vista en la estructura terminada. Donde fuesen necesarias las juntas de construcción verticales, deberán ser colocadas varillas de refuerzo extendidas a través de esas juntas, con el fin de lograr que la estructura sea monolítica. Deberá ponerse un cuidado especial para evitar las juntas de construcción de un lado a otro de los muros de ala o de contención u otras superficies grandes que vayan a ser tratadas arquitectónicamente.

Las barras de trabazón que fuesen necesarias, así como los dispositivos para la transferencia de carga y los dispositivos de trabazón, deberán ser colocados como esté indicado en los planos, o fuese ordenado por el Supervisor.

#### **ACABADO DE LAS SUPERFICIES DE CONCRETO**

Inmediatamente después del retiro de los encofrados, todo alambre o dispositivos de metal que sobresalga, usado para sujetar los encofrados y que pase a través del cuerpo del concreto, deberá ser quitado o cortado, hasta por lo menos dos centímetros debajo de la superficie del concreto. Los rebordes del mortero y todas las irregularidades causadas por las juntas de los encofrados deberán ser eliminados.

Todos los pequeños agujeros, hondonadas y huecos que aparezcan al ser retirados los encofrados, deberán ser rellenados con mortero de cemento mezclado en las mismas proporciones que el empleado en la masa de la obra.

Al resanar agujeros más grandes y vacíos en forma de panales, todos los materiales toscos o rotos deberán ser quitados hasta que

quede a la vista una superficie de concreto densa y uniforme que muestre el agregado grueso y macizo. Todas las superficies de la cavidad deberán ser completamente saturadas con agua, después de lo cual deberá ser aplicada una capa delgada de pasta de cemento puro.

Luego, la cavidad se deberá rellenar con mortero consistente, compuesto de una parte de cemento Portland con dos partes de arena.

Dicho mortero deberá ser asentado previamente, mezclándolo aproximadamente 30 minutos antes de usarlo. El período de tiempo puede modificarse según la marca del cemento empleado, la temperatura, la humedad del ambiente y otras condiciones.

La superficie de este mortero deberá ser aplanada con una llana de madera antes que el fraguado inicial tenga lugar y deberá quedar con un aspecto pulcro y bien acabado. El remiendo se mantendrá húmedo durante un período de 5 días.

Para remendar partes grandes o profundas, deberá incluirse agregado grueso al material de resane y deberá tenerse una precaución especial para asegurar que resulte un resane denso, bien ligado y debidamente curado.

La existencia de zonas excesivamente porosas puede ser, a juicio del Supervisor, causa suficiente para el rechazo de una estructura. Al recibir una notificación por escrito del Supervisor señalando que una determinada estructura ha sido rechazada, el Contratista deberá proceder a retirarla y construirla nuevamente, en parte o totalmente, según fuese especificado, por su propia cuenta.

Todas las juntas de expansión o construcción en la obra terminada, deberán quedar cuidadosamente acabadas y exentas de todo mortero y concreto. Las juntas deberán quedar con bordes limpios y exactos en toda su longitud.

#### ACABADO REGLEADO

Inmediatamente después de vaciado del concreto, las superficies horizontales deberán ser emparejadas con escantillones para proporcionar la forma correcta y deberán ser acabados a mano

hasta obtener superficies lisas y parejas por medio de reglas de madera.

Después de terminar el frotado y de quitar el exceso de agua, mientras el concreto esté plástico, la superficie del mismo debe ser revisada en cuanto a su exactitud con una regla de 3 metros de largo, que deberá sostenerse contra la superficie en distintas y sucesivas posiciones paralelas a la línea media de la losa y toda la superficie del área deberá ser recorrida desde un lado de la losa hasta el otro. Cualquier depresión que se encontrase deberá ser llenada inmediatamente con concreto fresco y cualquier parte que sobresalga deberá ser recortada. La superficie deberá ser enrasada y reacabada.

La superficie final deberá ser ligera y uniformemente rascada por medio de barrido u otros métodos, según lo ordene el Supervisor. Todos los filos y juntas deberán ser acabados con bruña.

#### **CURADO Y PROTECCIÓN DEL CONCRETO**

Todo concreto será curado durante un período no menor de 7 días consecutivos, mediante un método aprobado o combinación de métodos aplicables a las condiciones locales.

El Contratista deberá tener todo el equipo necesario para el curado y protección del concreto. El sistema de curado que se usará deberá ser aprobado por el Supervisor y será aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar agrietamiento, resquebrajamiento y pérdidas de humedad en todas las superficies del concreto.

La integridad del sistema de curado deberá ser rígidamente mantenida, a fin de evitar pérdidas de agua perjudiciales en el concreto durante el tiempo de curado. El concreto no endurecido deberá ser protegido contra daños mecánicos y el Contratista deberá someter a la aprobación del Supervisor sus procedimientos de construcción planeados para evitar tales daños eventuales.

Ningún fuego o calor excesivo, en las cercanías o en contacto directo con el concreto, deberá ser permitido en ningún momento.

Si el concreto es curado con agua, deberá conservarse húmedo mediante el recubrimiento con un material aprobado, saturado de agua o con un sistema de tubería perforada, mangueras o rociadores, o con cualquier otro método aprobado que sea capaz de mantener todas las superficies permanentemente (y no periódicamente) húmedas. El agua para el curado deberá ser en todos los casos limpia y libre de cualquier elemento que, en opinión del Supervisor, pudiese causar manchas o descoloramiento del concreto.

#### **MÉTODOS DE MEDICIÓN**

El volumen de concreto a medir, será el número de metros cúbicos de la clase estipulada, medido en sitio y aceptado por el Supervisor. Al medir el volumen de concreto para propósitos de pago, las dimensiones a ser usadas deberán ser las indicadas en los planos o las ordenadas por escrito por el Supervisor.

No se harán deducciones en el volumen de concreto por el volumen de acero de refuerzo, agujeros de drenaje u otros dispositivos empotrados en el concreto.

#### **BASES DE PAGO**

El volumen medido según lo descrito anteriormente, deberá ser pagado al precio unitario del Contrato para las Partidas correspondientes, de acuerdo con las Partidas indicadas en las listas de cantidades y precios, y su pago constituirá compensación completa para materiales y aditivos, mezcla, vaciado, acabado y curado y por mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipo mecánico e imprevistos necesarios para terminar la obra, exceptuando el suministro y colocación de varillas de refuerzo que será pagado por kilogramo como "Acero de Refuerzo", de acuerdo con las Partidas indicadas en las listas de cantidades y precios para esta Sección.

#### **IV.3.09.00.- ACERO DE REFUERZO**

##### **DESCRIPCIÓN**

Esta Sección comprenderá el aprovisionamiento, doblado y colocación de las varillas de acero para el refuerzo, de acuerdo

con las Especificaciones siguiente, en conformidad con los planos correspondientes.

#### **MATERIAL**

Las varillas para el refuerzo del concreto estructural, deberán estar de acuerdo con los requisitos AASHTO, Designación M-31 y deberán ser deformados de acuerdo con AASHTO, M-137 en lo que respecta a las Varillas No 3 a No 11 o conforme a las Especificaciones del acero producido por SIDER-PERU del acero de grado 60.

#### **REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

##### **LISTA DE PEDIDOS**

Antes de colocar los pedidos del material, el Contratista deberá proporcionar al Supervisor, para su aprobación, todas las listas de pedidos y diagramas de dobladuras, no debiendo pedirse material alguno hasta que dichas listas y diagramas hubiesen sido aprobados. La aprobación de tales listas y diagramas, de ninguna manera podrá exonerar al Contratista de su responsabilidad en cuanto a la comprobación de la exactitud de las mismas.

Será por cuenta del Contratista la inspección de los materiales entregados, de acuerdo con esas listas y diagramas, para la comprobación del acatamiento correspondiente a lo especificado en las mismas.

##### **PROTECCIÓN DE LOS MATERIALES**

Las varillas para el armado deberán estar protegidas contra daños en todo momento y deberán almacenarse sobre bloques para evitar la adherencia de lodo. Antes de vaciar el concreto, se deberá revisar la varilla de refuerzo que vaya a ser empotrada, la cual deberá estar exenta de moho espeso, suciedad, lodo, escamas sueltas, pintura, aceite o cualquier otra sustancia extraña.

##### **DOBLADURA**

A no ser que fuese permitido en otra forma, todas las

varillas de refuerzo que requieran dobladura, deberán ser dobladas en frío, y de acuerdo con los procedimientos del "American Concrete Institute" (Instituto Americano del Concreto).

Las varillas parcialmente empotradas en el concreto, no deberán ser dobladas salvo que se indique en los planos o se permita por otros medios.

Para cortarlas y doblarlas, se deberán emplear obreros competentes y se deberán proporcionar los dispositivos adecuados para tal trabajo.

En caso que el Supervisor aprobase la aplicación de calor para el doblado de las varillas de refuerzo en el lugar de la Obra, deberán adoptarse precauciones para asegurar que las propiedades físicas del acero no sean alteradas sustancialmente.

#### **COLOCACIÓN Y SUJECIÓN**

Todo el refuerzo con varillas deberá ser colocado con exactitud y, durante el vaciado del concreto, las varillas deberán estar firmemente sostenidas por soportes aprobados, en la posición que muestren los planos.

Las varillas de refuerzo deberán atarse juntas en forma segura. El refuerzo colocado en cualquier pieza estructural deberá ser inspeccionado y aprobado antes de vaciar el concreto.

Las principales varillas de refuerzo que carguen determinados esfuerzos, deberán ser empalmadas únicamente donde lo muestren los planos o dibujos de taller aprobados.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Las varillas de refuerzo deberán ser medidas por peso, en función del número teórico de kilogramos, material entregado y colocado completo en la obra, como se muestra en los planos o colocado donde se ordenase.

Las cantidades de materiales proporcionados y colocados

tendrán por base los pesos calculados de las varillas de refuerzo efectivamente colocados, de acuerdo con las Especificaciones que se citan.

#### **BASES PARA EL PAGO**

El acero de refuerzo, medido en la forma estipulada, se pagará por kilogramo colocado al precio unitario del Contrato para la Partida correspondiente, cuyo precio y pago constituye compensación total por el abastecimiento, dobladura y colocación de las varillas, las mermas, desperdicios, empalmes, alambres y soportes empleados en su colocación y sujeción y por toda mano de obra, herramientas, equipo e imprevistos necesarios para completar el trabajo.

#### **IV.3.10.00.- CUNETAS**

#### **IV.3.10.01.- PERFILADO Y COMPACTADO PARA CUNETAS REVESTIDAS.**

##### **DESCRIPCIÓN**

Este ítem consistirá en la preparación, acondicionamiento, reposición y perfilado de la superficie de la base de la sección donde se colocara el revestimiento, lo que será ejecutado luego que se haya escarificado, desmenuzado y apilado al costado exterior de la cuneta del material retirado, después de lo cual se rellenará con material de base. Todas las imperfecciones, depresiones, etc., serán propuestas de acuerdo a los lineamientos del eje y sección transversal correspondiente.

##### **COMPACTACION**

Luego del perfilado y acondicionado de la superficie de la cuneta, se procederá a su compactación mediante el empleo de compactadora manual según indique el supervisor.

##### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

Su preparación, acomodamiento, reposición, perfilado y compactación de la superficie será medida en metros cuadrados.



## **BASES DE PAGO**

La superficie de la cuneta se medirá en la forma anteriormente descrita, será pagada al precio unitario contractual.

Dicho pago constituirá la compensación total del peso del equipo, mano de obra, herramientas, etc., que será necesario para completar satisfactoriamente esta partida.

### **IV.3.10.02.- JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y DILATACIÓN DE CUNETAS REVESTIDAS.**

#### **DESCRIPCIÓN**

Las cunetas se construirán en tramos de 2.50 mts. vaciando el revestimiento en tramos alternativos que estarán delimitados por cerchas que definen la sección transversal de dichos tramos de cuneta.

La junta de separación entre un tramo hecho y el que se coloca a continuación, constituirá la junta de construcción.

Cada 10.00 mts. de tramo hecho, se tendrá un espaciamento de 1" (2.5 cm.) que terminado el revestimiento se rellenara con "Mastic" de dilatación y que deberá llenar toda la sección transversal de la cuneta.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La preparación, acondicionamiento y refine de la junta de dilatación se medirán en metros lineales.

#### **BASES DE PAGO**

La longitud de junta será medida en la forma anteriormente descrita.

Será pagada al precio unitario contractual; dicho pago constituirá compensación total, por material, mano de obra, herramienta, etc., que sea necesario para completar satisfactoriamente esta partida.

#### IV.3.10.03.- ENTREGA DE CUNETAS

##### DESCRIPCIÓN

Comprende las estructuras de transición o de entrega del agua provenientes de las cunetas a los drenes principales, alcantarillas de drenaje de cunetas, a las áreas fuera del área de acción de la vía.

##### MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será la que corresponda a las partidas que lo componen y que se indican en las bases de pago.

##### BASES DE PAGO

El pago de esta partida se efectuará a través de:

- Excavación no clasificada para estructuras
- Relleno para estructuras
- Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  + 30% piedra mediana
- Encofrado de elevación
- Emboquillado de piedra.

#### IV.3.11.00.- REJILLA

IV.3.11.01.- REJILLA PARA CUNETA 0.80m x 0.35m

IV.3.11.02.- REJILLA TIPO MALLA PARA BUZON DE 0.90m x 0.90m DE PLATINA DE  $\emptyset = 3/4"$  DE 0.05m

IV.3.11.03.- MALLA DE SEGURIDAD PARA SALIDA DE DUCTOS DE ENTREGA

##### DESCRIPCIÓN

Las rejillas serán usadas en las cunetas, buzones colectores de drenaje superficial y subsuperficial con la finalidad de mantener la uniformidad de la pendiente de la franja de seguridad en ambos lados del eje de la pista.

Las rejillas para cunetas estarán constituidas por un

marco de 0.80 x 0.35m. de platina de 3/16" x 2" y para las transversales platina de 3/16" x 1" con 0.10m. de separación entre ellas, para permitir el ingreso de la escorrentia superficial. Las rejillas "tipo malla" que sirven de tapa de los buzones tienen un marco de 0.90 x 0.90m de platina de 3/16" x 2" y para el enmallado platina de 3/16" x 1" con 0.10m. de separación entre ellas, para permitir el ingreso de la escorrentia superficie. Las mallas de seguridad en salida de ductos es de malla metálica, su finalidad es el no permitir el ingreso de roedores en el sistema de drenaje subterráneo.

#### **COLOCACIÓN**

La rejilla de platina serán colocados sin ningún tipo de sello para su fácil manejo en la limpieza de la estructura que cubre. La malla metálica se asegurará al ducto.

#### **BASES DE PAGO**

Será medido en la forma estipulada, se pagará por unidad al precio unitario del Contrato para la Partida correspondiente, cuyo precio y pago constituye compensación total por el abastecimiento, dobladura y colocación de las varillas, las mermas, desperdicios, empalmes, alambres y soportes empleados en su colocación y sujeción y por toda mano de obra, herramientas, equipo e imprevistos necesarios para completar el trabajo.

#### **IV.3.12.00.- ALCANTARILLAS**

##### **DESCRIPCIÓN**

Este trabajo comprende: Limpieza del lugar de excavación, excavación de las zanjas, colocación de relleno para asiento de la alcantarilla, colocación del tubo metálico, relleno de la zanja alrededor del ducto y su compactación; con la debida autorización del Supervisor y guiándose por las pautas dadas en los planos y especificaciones técnicas.

##### **MÉTODO CONSTRUCTIVO**

a. **LIMPIEZA:** Antes de dar comienzo a las operaciones de excavación

en cualquier zona, se debe haber terminado en dichas áreas los trabajos de limpieza del área y del cauce adyacente a la estructura por ejecutar de acuerdo con lo determinado en los planos y previa coordinación hecha con el Supervisor.

- b. **EXCAVACIÓN:** El Contratista debe notificar al Supervisor con suficiente antelación, el comienzo de cualquier excavación, para que se puedan tomar perfiles transversales y hacer las mediciones del terreno natural.

El terreno natural adyacente a las obras de arte no debe alterarse sin permiso del Supervisor.

La excavación se hará de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicados en los planos o según el replanteo practicado por el Supervisor. Dicha excavación deberá tener dimensión suficiente para poder realizar la sucesión de trabajos. Los cantos rodados, raíces, troncos y otros materiales perjudiciales que se encuentren en la excavación deben ser retirados.

Después de haberse terminado la excavación, el Contratista deberá comunicar al Supervisor que apruebe las dimensiones y no se colocará material en la base de asiento del tubo, hasta que el Supervisor no dé su visto bueno al trabajo realizado y a los materiales de cimentación existentes en la zanja.

- c. **PREPARACIÓN DE LA BASE DE ASIENTO:** La base o cama es la parte que estará en contacto con el fondo de la estructura metálica, esta base debe tener un ancho no menor a medio diámetro a cada lado de la estructura, suficiente para permitir una buena compactación, del resto del relleno y que a la vez no dificulte el empernado en campo.

Esta base se cubrirá con material suelto de manera uniforme para permitir que las corrugaciones se llenen con este material. Como suelo de fundación se deberá evitar materiales como, el fango o capas de rocas, ya que no ofrecen un sostén parejo a la estructura. Serán reemplazados con material apropiado para el relleno.

- d. **TUBERIA METÁLICA CORRUGADA:** Se denomina así a las tuberías formadas por planchas de acero corrugado, galvanizado, unidas con pernos. Esta tubería es un producto de gran resistencia estructural, su sección puede ser circular, elíptica, abovedada o de arco, con costuras empernadas que confieren mayor capacidad estructural, formando una tubería casi hermética, de fácil armado.

#### **MATERIALES**

**ACERO:** Será de acuerdo a las especificaciones AASTHO M-218-M-167 y ASTM A 569, en que establece un máximo para el contenido de carbono de (0.15) quince centésimos. Las propiedades mecánicas deberán tener fluencia mínima de 23 Kg/mm. y rotura 31 Kg/mm.

**GALVANIZADO:** Deberá ser baño caliente de zinc, con recubrimiento mínimo de 90 micras por lado, especificaciones ASTM A-123.

**ACCESORIOS:** Serán considerados los pernos y tuercas en caso del TMC de pequeño diámetro.

**ARMADO:** Las tuberías las entrega la fábrica en secciones curvas, más sus accesorios y cada tipo o medida deberá ser acompañada con su descripción de montaje.

- e. **RELLENO:**

#### **MATERIAL PARA EL RELLENO:**

La resistencia de cualquier tipo de estructura para drenaje, depende en gran parte de la buena colocación del terraplén o relleno.

La selección, colocación y compactación del relleno que circunda la estructura son de gran importancia para que ésta conserve su forma y su funcionamiento sea óptimo.

Debe preferirse materiales granulares, pues se drenan fácilmente, pero también se podrán usar materiales del lugar, siempre que sean colocados y compactados cuidadosamente, evitando que contengan piedras grandes, hierbas, escorias o

tierra que contenga elevado porcentaje de materia orgánica y/o arcilla. También se debe evitar el material muy fino, pues puede filtrarse dentro de la estructura. El relleno debe compactarse hasta una densidad mayor a 95% de máxima densidad seca.

#### **COLOCACIÓN DE RELLENO ALREDEDOR DE LA ESTRUCTURA:**

El relleno colocado bajo los costados y alrededor del conducto, se debe poner alternativamente en ambos lados, en capas de 15 cm. para permitir un perfecto apisonado (compactado). El material se coloca en forma alternada para conservarlo siempre a la misma altura en ambos lados del tubo.

El apisonamiento se puede hacer con equipo manual (pisón) o mecánico (rodillos o planchas compactadores) siempre con mucho cuidado y asegurando que el relleno quede bien compactado. Para las alcantarillas abovedadas se recomienda que el relleno en las esquinas sea del mejor material y que su compactación se cuide con extremo. En este proceso el Supervisor estará a cada momento para aprobar o desaprobado el trabajo, así como para ordenar la extracción de prueba, de compactación en las capas que a su entender se requiera.

#### **MANTENIMIENTO**

El mantenimiento de las alcantarillas se debe realizar en 3 áreas determinadas: Aguas arriba, dentro de la estructura y aguas abajo.

#### **AGUAS ARRIBA:**

Debe realizarse un adecuado encauzamiento de la quebrada debiendo quedar completamente limpia de piedras y maleza, con un eje lo más recto posible, a fin de que el curso discurra libremente y sin arrastre de material que obstruya el ingreso, evitando inundaciones que puedan dañar la plataforma.

#### **DENTRO DE LA ESTRUCTURA:**

Consiste en una limpieza periódica, de por lo menos una vez al mes antes del período de lluvias u otros fenómenos

naturales a fin de eliminar los materiales acarreados (piedras, palos, etc.) por la corriente.

#### **AGUAS ABAJO:**

Siguiendo el eje de la estructura se recomienda una limpieza de la vegetación, y otros materiales que impidan la salida libre del cauce, en una longitud equivalente a 5 (cinco) veces el diámetro de la estructura colocada. Esto evitará que se forme un embalse aguas arriba y dañando la estructura, provocando disminución de la velocidad y haciendo que el material en suspensión se sedimente.

Por lo menos una vez al año, Aguas Arriba y Aguas Abajo, se debe efectuar un replanteo de la pendiente por posibles depósitos que lo hayan alterado.

#### **f. CONSTRUCCIÓN DE CABEZALES:**

Cuando se indique su construcción, se procederá a la limpieza de excavaciones para esta obra terminal, de acuerdo a las especificaciones y según lo ordene el Supervisor. El material para esta obra terminada será el indicado en los planos respectivos y lo ordenado por el Supervisor.

#### **MÉTODÓ DE MEDICIÓN**

La longitud para la cual se pagará el número existente de metros lineales (m) de tubería de los diferentes diámetros y calibres, medida cuando está instalada en su lugar, terminada y aceptada por el Supervisor. Las mediciones se harán de extremo a extremo de cada alcantarilla en su lugar, incluyendo el acabado de extremos. La medición de las Obras de arte de los extremos se pagarán con las partidas correspondientes de concreto, encofrado y desencofrado, acero.

#### **BASES DE PAGO**

La longitud medida como está dispuesta arriba será pagada a los precios unitarios del contrato por metros lineales para "Alcantarillas TMC" de los diferentes diámetros y dicho precio y pago constituirá compensación completa por suministro, transporte,

instalación, materiales, mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar el ítem.

#### **IV.3.13.00.- LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS**

##### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida comprende la limpieza de todas las alcantarillas existentes sin excepción: marcos de concreto armado, y tuberías metálicas. Las alcantarillas pueden ser de uno o varios ojos de acuerdo a lo indicado en los planos.

Consiste en la eliminación de todo el material sedimentado en las alcantarillas, basura, piedras, vegetación, moho o musgo, en las paredes de las alcantarillas.

##### **MÉTODO DE EJECUCIÓN**

Estos trabajos de limpieza se harán manualmente tan sólo usando herramientas menores tales como picos, rastrillos, carretillas, escobillas, waipe, baldes con agua, etc. Todo el material producto de la limpieza se eliminará aguas abajo por lo menos a 25 m. de distancia.

##### **MÉTODOS DE MEDICIÓN**

La unidad de medida será por metro lineal sea esta de uno o varios ojos y de diferente medida en éstos. Este representa el promedio de las magnitudes de sedimentación y/o basura existente en las alcantarillas.

##### **BASES DE PAGO**

El análisis de precios unitarios será por metro lineal considerando la mano de obra y el desgaste de herramientas.

#### **IV.3.14.00.- DEMOLICIÓN Y ELIMINACIÓN DE CABEZALES**

##### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida se refiere a la demolición de partes y/o elementos de concreto armado o ciclópeo en las estructuras



existentes que serán reparadas y/o reconstruidas.

#### **MÉTODO DE EJECUCIÓN**

La demolición se ejecutará manualmente y/o empleando equipo mecánico (martillo neumático).

Se deberá tener especial cuidado de ejecutar los trabajos de demolición sin causar daño o debilitar las partes y/o elementos estructurales adyacentes.

Para el caso de alargamiento de las alcantarillas de concreto armado tipo marco, después de efectuar la demolición de los cabezales existentes, se demolerá una longitud de 0.40 m. del marco, a la entrada y/o salida de la alcantarilla, según sea el caso, que se especifican en metrados.

El material demolido, será eliminado por el Contratista transportando hacia los botaderos previamente establecidos. En el caso de alcantarillas eliminadas por los estudios, según lo indiquen los planos y/o cuadros respectivos.

Se puede dar el caso de que se ordene, solamente la demolición de los techos.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La medición se hará por metros cúbicos medidos en la posición original de los elementos a demoler.

#### **BASES DE PAGO**

Las unidades medidas se pagarán al precio unitario del Contrato, dicho precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para la correcta y completa ejecución de los trabajos.

#### **IV.3.15.00.- REMOCIÓN DE ALCANTARILLAS**

##### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida se refiere a la actividad relacionada con la remoción de las partes y componentes de las alcantarillas

existentes que requieren ser modificadas y/o rehabilitadas para adecuarse al dimensionamiento previsto en el presente proyecto.

Las alcantarillas de paso de la quebrada Trancayacu compuesta de ductos de TMC ID = 60" y la alcantarilla que cruza la carretera marginal en el extremo norte de TMC ID = 36" requerirán de la primera de ellas una remoción en el extremo aguas abajo, mientras que la segunda requerirá una remoción total.

## PROCEDIMIENTO

Para efecto de la remoción de alcantarillas se han considerado lo siguientes pasos:

1. Replanteo del alineamiento considerado en el diseño según los planos respectivos.
2. Remoción y demolición de cabezales y/o losas de aproximación.
3. Excavado de material de cobertura y de relleno lateral en un ancho no mayor de 1m a ambos lados hasta alcanzar la cimentación o apoyo.
4. Se buscara en el caso de la remoción parcial no afectar el tramo de la tubería que permanecerá para lo cual el supervisor señalara las longitudes y distancias requeridas.

La remoción para el caso de Trancayacu alcanzará 10m. lineales en cada ducto desde la sección de salida hacia aguas arriba, seguidamente el ducto que permanecerá será sometido a una limpieza total y una cobertura con asfalto de un mínimo de 3mm.

En el caso de la alcantarilla de la marginal la remoción será total para permitir la colocación de la alcantarilla Multiplate proyectada.

Aquellos ductos TMC que sean considerados a juicio del supervisor aptos para su reutilización podrán ser tomados para posteriores usos almacenandose en las instalaciones de la Municipalidad.

## **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La medición se hará por metro lineal medidos en la posición original de los elementos a remover

## **BASES DE PAGO**

Las unidades medidas se pagarán al precio unitario del Contrato, dicho precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para la correcta y completa ejecución de los trabajos.

### **IV.3.16.00.- REMODELACIÓN DE ALCANTARILLAS**

#### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida consiste en la adecuación de las alcantarillas existentes a las nuevas condiciones de trabajo de la vía ya sea en las estructuras auxiliares; aleros, estructuras de entrega y/o salida, ampliación de longitud o mejora de las condiciones hidráulicas. Estos trabajos permitirán mejorar la capacidad de conducción y de trabajo desde el punto de vista estructural. Los trabajos más frecuentes encontrados serán:

- a. Protección del lecho de cauce de entrega a la salida.
- b. Ampliación de las estructuras de acopio de flujo a la entrada.
- c. Ampliación y calzado de aleros de salida y de entrega.
- d. Mejora del relleno en los espaldones de los aleros.
- e. Culminación de los canales de entrega desde las cunetas de cauce de quebrada evitando el daño a los aleros.

#### **MÉTODOS DE MEDICIÓN**

Serán medidos de acuerdo a las partidas involucradas y de acuerdo a los planos incluyendo:

- Excavación no clasificada para estructuras.
- Concreto armado.

- Concreto ciclópeo con y sin piedra grande.
- Relleno de material para estructuras.
- Escollera de protección.
- Resane de fisuras.

#### **BASES DE PAGO**

Las cantidades se darán de acuerdo a las partidas involucradas que el ingeniero considere necesario, se valorizará de acuerdo a los costos unitarios establecidos en cada partida involucrada.

Dicho precio y pago constituirá compensación total por el replanteo, mano de obra, equipo y herramientas e imprevistos necesarios para completar el trabajo.

#### **IV.3.17.00.- EMBOQUILLADO DE PIEDRA**

##### **DESCRIPCIÓN**

Consiste en la protección de los cabezales de salida de las alcantarillas. Se ha observado que una gran parte de las alcantarillas han colapsado por haber fallado la losa inferior y los cabezales, producto de la socavación que produce el agua a la salida de la alcantarilla. Una manera de protegerlas es colocando precisamente un emboquillado de piedra que es mucho más resistente que el terreno natural dando a este emboquillado una forma ondulada para que sirva también de disipador de energía que el agua trae consigo.

##### **MÉTODO DE EJECUCIÓN**

Se diferencian dos casos:

###### **Caso 1:**

La socavación es mayor que 0.50 mts. por debajo del nivel de salida del agua de la alcantarilla. En este caso se rellenará con material de terraplén debidamente compactado hasta 0.50 mts. por debajo del nivel de salida del agua.

## Caso 2:

La socavación es menor que 0.50 mts. por debajo del nivel de salida del agua de la alcantarilla. En este caso se excavará hasta alcanzar dicha profundidad y se procederá a completar el suelo de la misma manera que el caso 1.

Seguidamente se procederá a colocar dos hileras de piedra de 0.20 mts. cada piedra aproximadamente, utilizando una cama de mortero 1:3 de 5 cm. de espesor alternando las hileras de piedra como un muro de ladrillo entre piedra y piedra lateralmente. De esta manera se formará una capa monolítica resistente que impedirá la socavación de los cabezales en general. Se seleccionarán las piedras de un espesor de 0.20 mts. con una cara sensiblemente plana, dentro de los límites prácticos de los que se puede encontrar. Se puede usar también roca de rodadura.

## MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de método de medida será el metro cuadrado y comprenderá el área formada por la boca de salida ( $a+4.00m$ ) siendo "a" el ancho total de la boca de la alcantarilla, por 3.00 mts. de longitud en sentido de la corriente de agua.

## BASES DE PAGO

Se pagará al precio unitario del contrato indicado en la partida correspondiente. En el análisis de precio unitario se considera un espesor de 0.50 mts. de emboquillado de piedra formado por dos capas de piedra, unida lateralmente por medio de un mortero de cemento (1:3) de 0.05 m. de espesor y colocadas alternadamente, como muro de ladrillos. Se toma en cuenta todos los materiales, equipos y mano de obra para una correcta ejecución de partida.

## IV.3.18.00.- GEOTEXTIL

### DESCRIPCIÓN

Esta partida se refiere a la manta geotextil que será utilizada en la instalación del sistema de subdrenaje con el objeto

de controlar el proceso de colmatación del sistema de evacuación de aguas subterráneas.

Será colocado tanto en los drenes interceptores ID = 4" como en los drenes colectores ID = 8", envolviendo los ductos para luego ubicar el material drenante o filtrante. En la partida de tubería de conducción y drenaje se describe el procedimiento de instalación correspondiente a los subdrenes en cortes en suelo y para los transversales o interceptores.

La manta geotextil podrá ser tejida o no tejida de conformidad con la norma AASHTO-M-288-82 ó una equivalente que a juicio del supervisor cumpla con las especificaciones mínimas de permeabilidad, porosidad y resistencia.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La medición se hará por metros cuadrados medidos en la posición final de los elementos a proteger con la manta geotextil.

#### **BASES DE PAGO**

Las unidades medidas se pagarán al precio unitario en metros cuadrados de Contrato, dicho precio y pago constituye compensación total por traslado, colocación considerando toda mano de obra, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para la correcta y completa ejecución de los trabajos.

### **IV.3.19.00.- EXPROPIACIÓN DE TERRENO**

#### **DESCRIPCIÓN**

En esta partida se considera la expropiación de terrenos agrícolas y/o "purmas" que sean necesarias para permitir un adecuado mantenimiento e instalación de las obras proyectadas, incluidas en el sector sur y señaladas en el plano general en planta del proyecto.(ver plano D-2)

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La medición se hará por hectáreas según los planos catastrales del Ministerio de Agricultura.

## **BASES DE PAGO**

Las unidades medidas se pagarán al precio unitario de acuerdo a la tasación que realizará un perito a ser señalado por el Ministerio de Agricultura y la Municipalidad de Rioja considerando además los derechos de paso, uso de agua y accesos.

### **IV.3.20.00.- ESTRUCTURAS DE ENTREGA**

#### **DESCRIPCIÓN**

Comprende las estructuras de transición o de entrega del agua proveniente de cunetas urbanas, canales de drenaje, cuneta longitudinal a los canales principales transversales o longitudinales.

#### **MÉTODOS DE EJECUCIÓN**

Las entregas, se aplicarán en los casos de llegada a drenes principales de cunetas urbanas, cunetas longitudinales.

#### **MÉTODO DE MEDICIÓN**

La unidad de medida será por unidad y de acuerdo a las partidas que lo componen y que se indican en las Bases de Pago.

#### **BASES DE PAGO**

El pago de esta partida se efectuará a través de las siguientes partidas:

- Excavación para Estructuras.
- Mampostería de piedra.
- Relleno y compactación.

De acuerdo a las unidades de medida de cada caso.

### **IV.4.00.00.- METRADOS, COSTOS Y PRESUPUESTOS.**

El costo general del sistema de drenaje para el aeropuerto de la Provincia de Rioja "Juan Simons Vela" ; alcanza la suma de S/.3465861.64 (Tres millones cuatrocientos sesenta y cinco mil

ochocientos sesenta y uno. 00/64 de Nuevos Soles), incluidos gastos generales y Utilidades (25%), y el Impuesto General a las Ventas (I.G.V. = 18%).

En forma general existen 16 Partidas las que a su vez algunas de ellas se dividen en subpartidas. En el presente ítem se trata de enfocar el costo de cada partida para tener un criterio de la incidencia porcentual en el presupuesto general y la incidencia porcentual de las subpartidas de cada partida.

Nota.- - El análisis de cada uno de las partidas se calcula con el costo total directo, sin ser afectado por Gastos Generales, e Impuesto General a las Ventas.

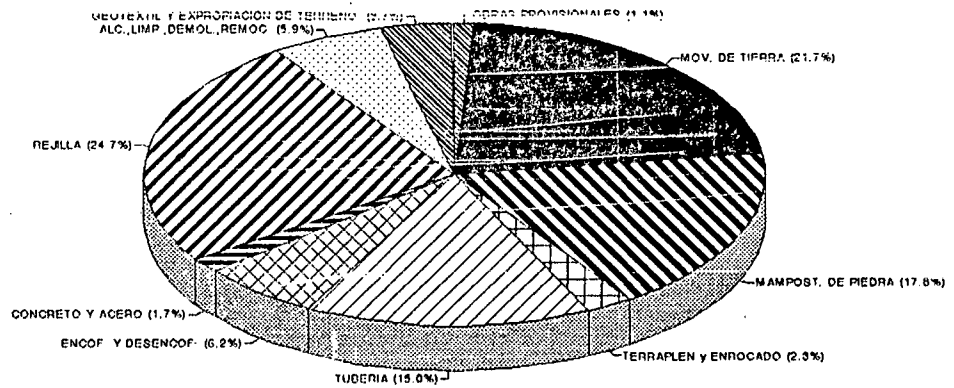
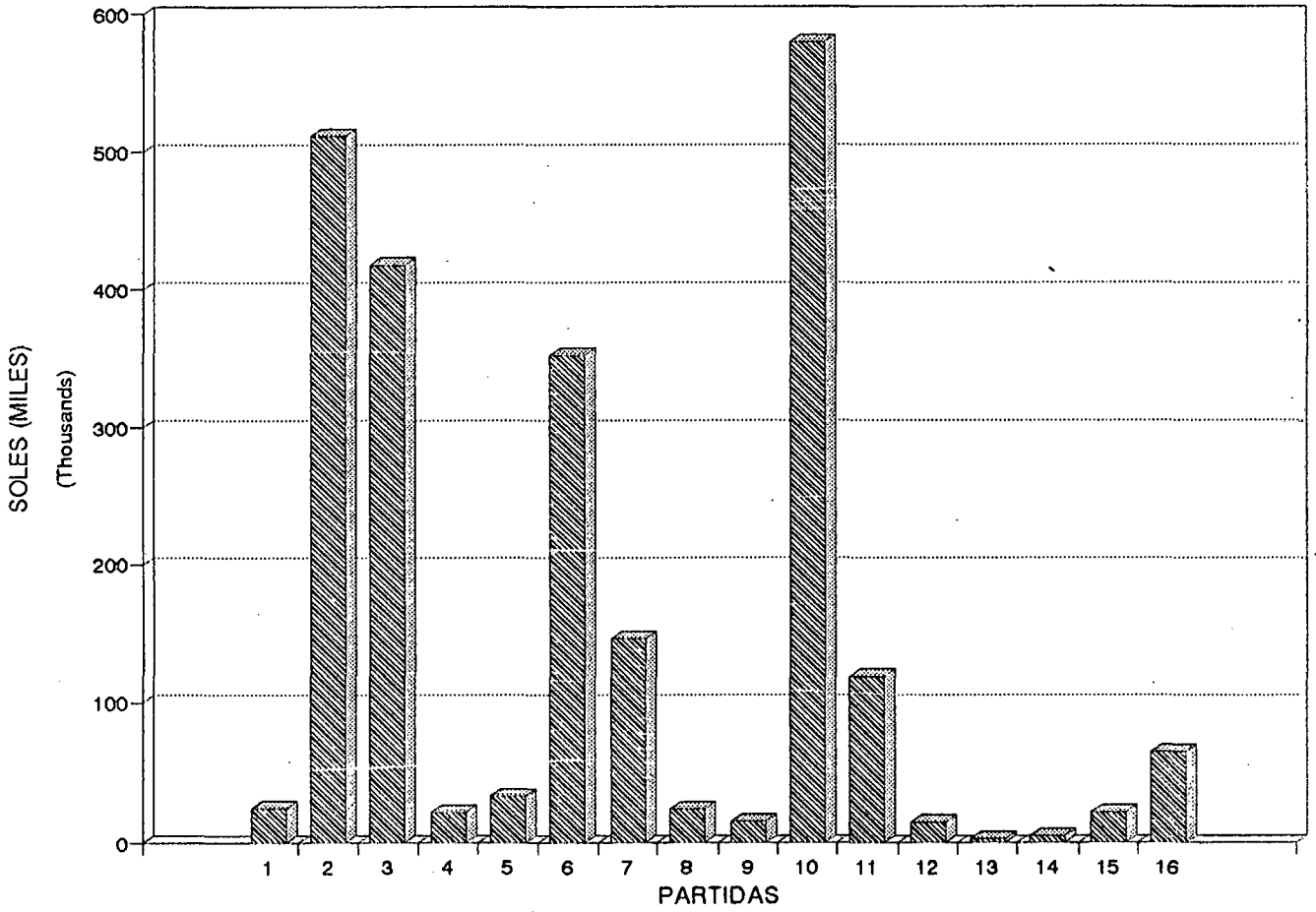
- ver en Anexo A (Análisis de Costos Unitarios), Anexo M (Metrados, Costos y Presupuestos), Anexo C (Cronograma).

#### IV.4.01.00 PRESUPUESTO GENERAL TOTAL DIRECTO.

PRESUPUESTO GENERAL TOTAL DIRECTO			
CODIGO	PARTIDAS	COSTOS S/.	PORCENTAJE
1	OBRAS PROVISIONALES	25,228.60	1.074%
2	MOV. DE TIERRA	510,895.41	21.743%
3	MAMPOST. DE PIEDRA	417,489.68	17.767%
4	TERRAPLEN	21,547.20	0.917%
5	ENROCADO	32,914.80	1.401%
6	TUBERIA	352,174.46	14.988%
7	ENCOF. Y DESENCOF.	145,433.86	6.189%
8	CONCRETO	24,145.34	1.028%
9	ACERO	15,165.47	0.645%
10	REJILLA	579,309.25	24.654%
11	ALCANTARILLA TMC	118,361.87	5.037%
12	LIMPIEZA DE ALC.	14,230.40	0.606%
13	DEMOLICION DE CAB.	2,117.79	0.090%
14	REMOCION DE ALC.	4,624.55	0.197%
15	GEOTEXTIL	21,748.04	0.926%
16	EXPROP. DE TERRENO	64,360.00	2.739%
	TOTAL	S/. 2,349,746.72	100.000%



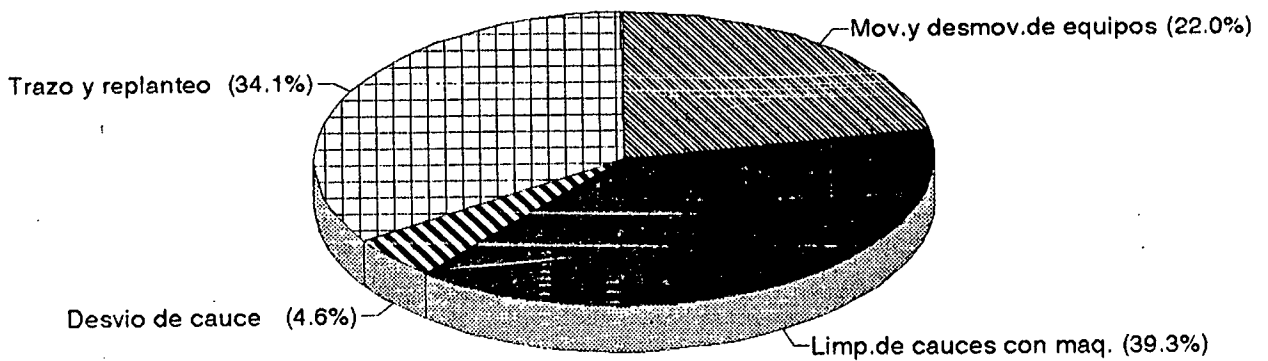
# PRESUPUESTO GENERAL TOTAL DIRECTO



**IV.4.02.00.- PRESUPUESTO POR PARTIDA.**

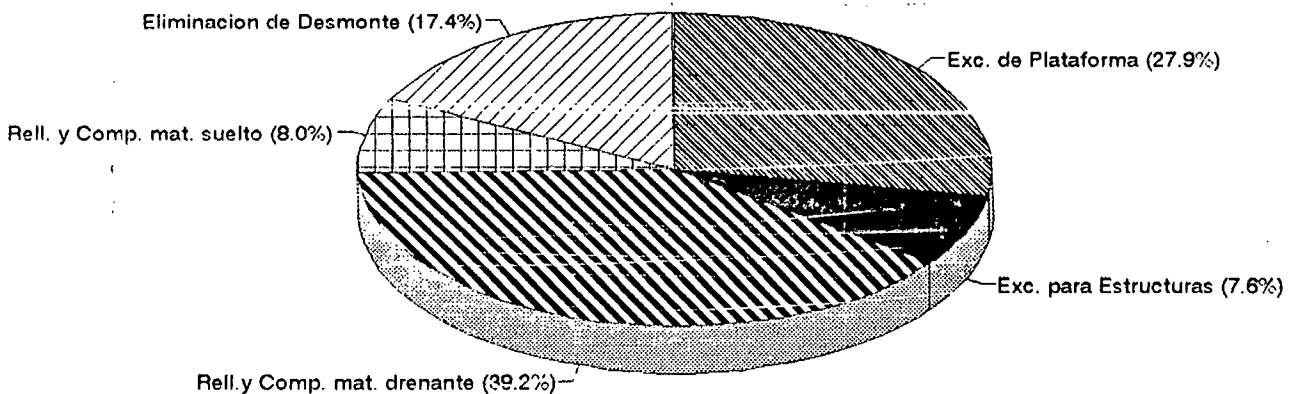
**IV.4.02.01.- OBRAS PROVISIONALES.-**

1.00. OBRAS PROVISIONALES			
CODIGO	PARTIDAS	COSTO	PORCENTAJE
1.01	Movilizacion y desmovilizacion de equipo	5,571.19	21.996%
1.02	Limpieza de cauces con maquina	9,943.75	39.259%
1.03	Desvio de cauce y mantenimiento terreno	1,173.60	4.633%
1.04	Trazo y replanteo general del proyecto	8,640.06	34.112%
TOTAL S/.		25,328.60	100.000%



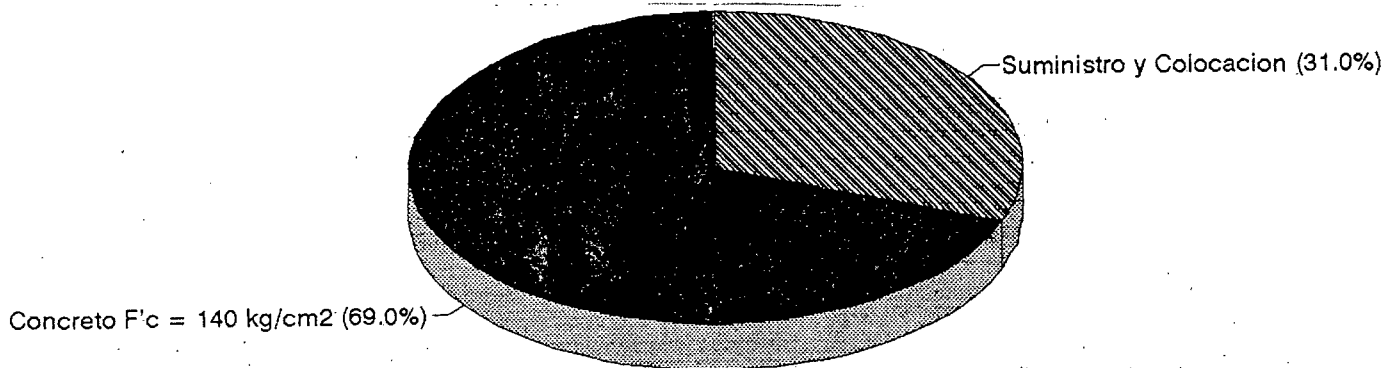
**IV.4.02.02.- MOVIMIENTO DE TIERRA.-**

2.00 MOVIMIENTO DE TIERRA			
CODIGO	PARTIDA	COSTO	POCENTAJE
2.01	Excavacion de Plataforma	142,501.74	27.89%
2.02	Excavacion para Estructuras	38,578.99	7.55%
2.03	Rell.y Comp.con material drenante	200,028.00	39.15%
2.04	Rell. y Comp.con material suelto	40,838.60	7.99%
2.05	Eliminacion de Desmante	88,948.08	17.41%
TOTAL		510,895.41	100.00%



**IV.4.02.03.- MAMPOSTERIA DE PIEDRA.-**

3.00 MAMPOSTERIA DE PIEDRA				
CODIGO	PARTIDA	COSTO	PORCENTAJE	
3.01	Suministro y Colcacion	129,501.20	31.019%	
3.02	Concreto F'c = 140 kg/cm2	287,988.48	68.981%	
TOTAL		S/.	417,489.68	100.000%

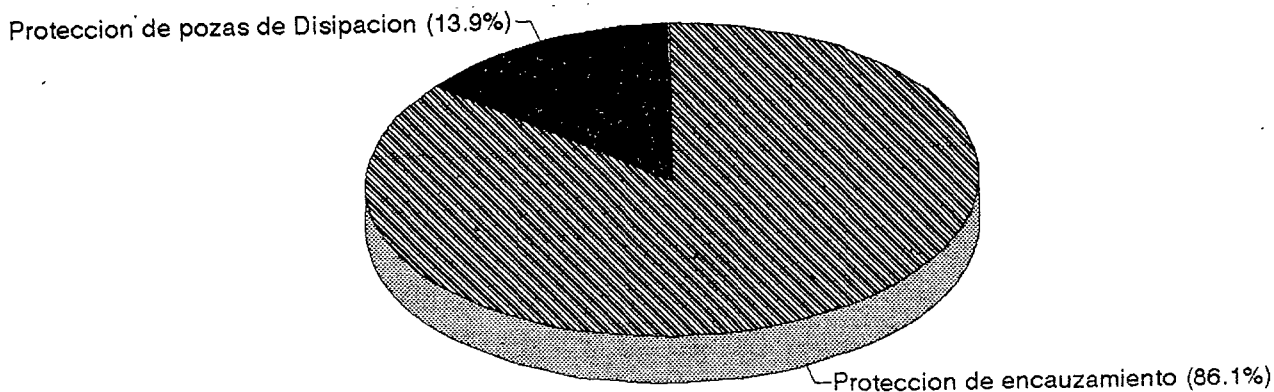


**IV.4.02.04.- CONSTRUCCION DE TERRAPLEN.-**

Partida al 100%.

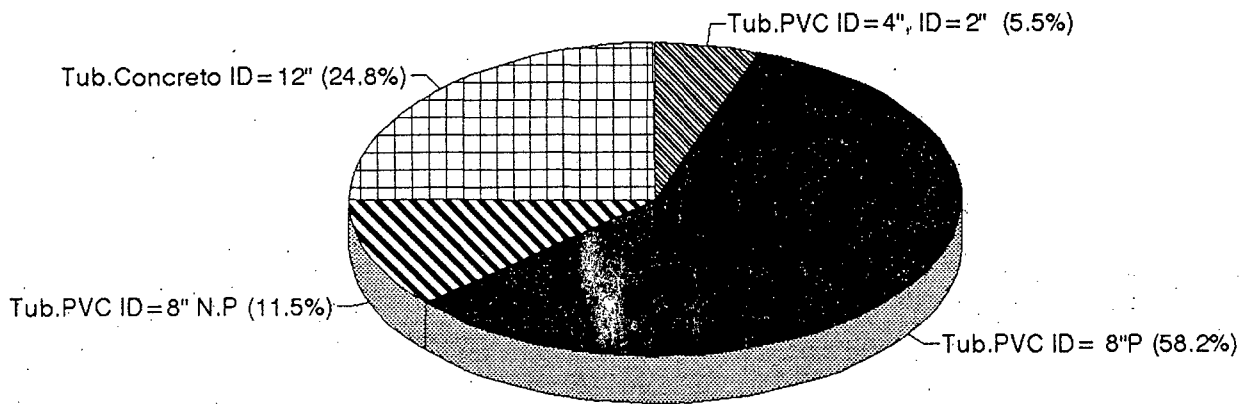
**IV.4.02.05.- ENROCADO DE PROTECCION.-**

5.00 ENROCADO DE PROTECCION				
CODIGO	PARTIDA	COSTOS	PORCENTAJE	
5.01	Proteccion de encauzamiento	28,324.80	86.055%	
5.02	Proteccion de pozas de Disipacion	4,590.00	13.945%	
TOTAL		S/.	32,914.80	100.000%



**IV.4.02.06.- TUBERIA DE CONDUCCION Y DRENAJE.-**

6.00 TUBERIA DE CONDUCCION Y DRENAJE			
CODIGO	PARTIDA	COSTO	PORCENTAJE
6.01	Tub.PVC clase 5 ID= 2"	1,089.76	0.309%
6.02	Tub.PVC clase 5 ID=4"	18,281.70	5.191%
6.03	Tub.PVC clase 5 ID= 8"P	204,898.00	58.181%
6.04	Tub.PVC clase 5 ID=8" N.P	40,593.00	11.526%
6.05	Tub.Concreto ID=12"	87,312.00	24.792%
TOTAL		S/.	352,174.46
			100.000%

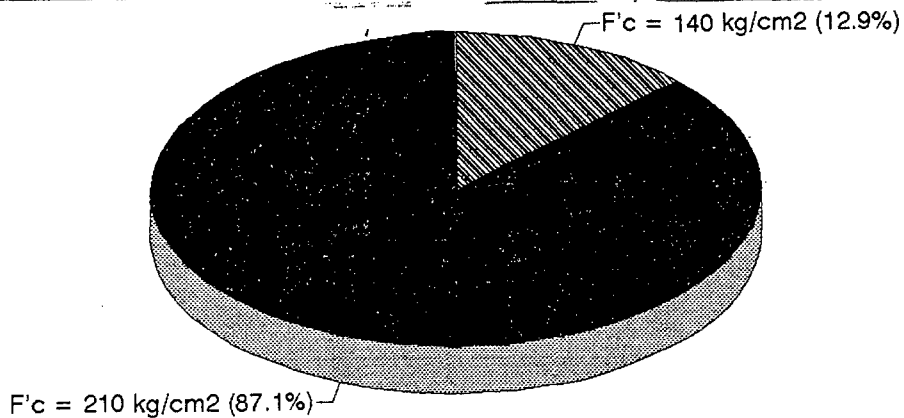


**IV.4.02.07.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.-**

Partida al 100%.

**IV.4.02.08.- CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND.-**

8.00 CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND			
CODIGO	PARTIDA	COSTO	PORCENTAJE
8.01	F'c = 140 kg/cm2	3,115.26	12.902%
8.02	F'c = 210 kg/cm2	21,030.08	87.098%
TOTAL		S/.	24,145.34
			100.000%



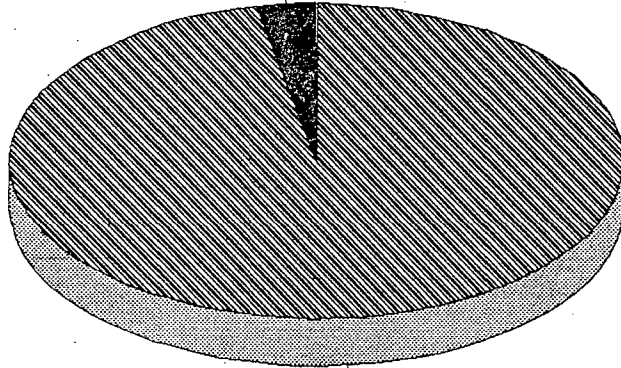
**IV.4.02.09.- ACERO DE REFUERZO.-**

Partida al 100%.

**IV.4.02.10.- REJILLA.-**

10.00 REJILLA				
CODIGO	PARTIDA	COSTO	PORCENTAJE	
10.01	Rejilla para Cuneta	561,039.00	96.846%	
10.02	Rejilla para Buzones	18,270.25	3.154%	
TOTAL		S/.	579,309.25	100.000%

Rejilla para Buzones y Malla de segurid (3.2%)

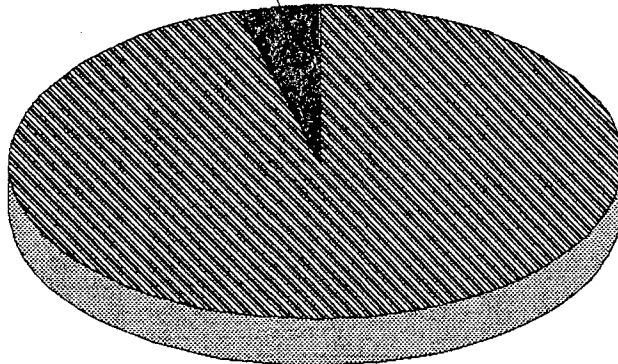


Rejilla para Cuneta (96.8%)

**IV.4.02.11.- ALCANTARILLA TMC.-**

11.00 ALCANTARILLA TMC				
CODIGO	PARTIDA	COSTO	PORCENTAJE	
11.01	Alcantarilla Abovedada	113,456.87	95.856%	
11.02	Alcantarilla Circular	4,905.00	4.144%	
TOTAL		S/.	118,361.87	100.000%

Alcantarilla Circular (4.1%)



Alcantarilla Abovedada (95.9%)

IV.4.02.12.- LIMPIEZA DE ALCANTARILLA.-

Partida al 100%.

IV.4.02.13.- DEMOLICION Y ELIMINACION DE CABEZALES.-

Partida al 100%

IV.4.02.14.- REMOCION DE ALCANTARILLA.-

Partida al 100%.

IV.4.02.15.- GEOTEXTIL.-

Partida al 100%.

IV.4.02.16.- EXPROPIACION DE TERRENO.-

Partida al 100%.

-----

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### V.1.0.- CONCLUSIONES.

- Si existe la necesidad de drenaje durante la construcción de un aeropuerto, por regla general dicha necesidad se hará sentir durante toda la vida útil del mismo.
- Si no se controla adecuadamente el agua proveniente de las lluvias sobre el derecho de vía de la pista y las laderas tributarias, la fuerte erosión en estos y taludes puede originar un costoso problema de mantenimiento y peligrosas condiciones para los conductos y vehículos.
- La línea de escurrimiento de la zanja se coloca, algunas veces, lo suficientemente abajo para que el drenaje subterráneo desde la base del camino pueda entrar a la zanja, o bien, si dicha base y el suelo subyacente son de baja permeabilidad, es de esperarse muy poco drenaje del subsuelo.
- El objeto principal de un subdren para aeropuertos es rebajar y mantener el manto del agua a la profundidad apropiada que se requiere para la estabilidad del terraplén.
- El espaciamiento de los subdrenes depende del sistema de drenaje empleado y de la profundidad a que se instala. Esta profundidad a la vez depende en gran parte del carácter del suelo que se drena.
- La ubicación y el número de buzones colectores van de acuerdo a la topografía y a las necesidades que se presentan, esto se debe hacer con el menor movimiento de tierra y en forma precisas.
- Es muy peligroso el agua sobre una superficie de rodadura y mucho peor si es pavimento no asfáltico ya que actúa como lubricante, es por eso que debe ser evacuado lo más rápido

posible.

- X Los diámetros calculados de las diferentes tuberías deben ser del tipo comercial.
- X Los principios hidráulicos del flujo a superficie libre son aplicables al diseño de canales, zanjas de intercepción, cunetas, contracunetas, bordillos, etc. y en algunos casos en alcantarillas. Conviene observar que aún cuando la sección sea completamente cerrada, si el flujo presenta una superficie libre, queda clasificado como tal, aplicando los mismos principios y formulas correspondientes a este tipo de flujo.
- X La mejor localización de una alcantarilla consiste en evitar que la corriente altere su curso cerca de los extremos del conducto, evitando con ello deslaves y la formación de remansos con los consecuentes gastos de conservación diseñados.
- X Un buen drenaje aumenta la utilidad de un aeropuerto comercial como lo es el aeropuerto "Juan Simons Vela" de la ciudad de Rioja, al prolongar el tiempo de servicios; también proporciona mayor seguridad debido a una subrasante firme y seca.
- Y La selección del dren para aeropuertos es de primordial importancia, no solo desde el punto de vista de seguridad, sino por razones de orden económico. Puesto que los requisitos son más rígidos que para casi cualquier otro tipo de servicio, se deben considerar todos los factores que intervienen.
- X El aeropuerto debe de tener bajo su control suficiente propiedad en las zonas libres o despejadas para proporcionar paso libre a los aviones que aterrizan o despegan.
- Q A efecto de dar solución integral al Aeropuerto de Rioja es imprescindible la ejecución del Proyecto integral considerando tanto la ampliación del sector Norte como del Sur, el sistema de drenaje está concebido como un esquema único sin las mismas cualidades si se ejecutase por etapas.
- El costo del sistema de drenaje alcanza la suma de \$



1'540,383. (UN MILLON QUINIENTOS CUARENTA MIL TRESCIENTOS Y TRES DOLARES AMERICANOS). Considerando como costo directo \$ 1'.44,328. (UN MILLON CUARENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS VEINTIOCHO DOLARES AMERICANOS); al cambio de S/. 2.25 Nuevos Soles por Dolar Americano al 31.08.95.

- El cronograma está contemplando ocho ítemes, y se calcula que el tiempo a ejecutarse es de 3.5 meses.
- El cronograma será parte del integral, propuesto para la rehabilitación y ampliación del aeropuerto de Rioja "Juan Simons Vela".
- Los trabajos a realizarse deben coincidir con los períodos secos: Mayo-Octubre.

#### V.2.0.- RECOMENDACIONES.

Como consecuencia del estudio y los trabajos de campo desarrollados se proponen dos tipos de medidas a implementar al más breve plazo: Medidas de control y Medidas de ejecución.

#### V.2.1.0.- MEDIDAS DE CONTROL.

Dentro de este conjunto de medidas se requerirán desde el punto de vista de Ingeniería de Drenaje:

- Continuidad en los niveles piezométricos tanto en los pozos de observación instalados y monumentados; así como en los pozos artesianos "norias" existentes, esto permitirá confirmar el comportamiento de agua subterránea existente.
- Instalación de secciones de control de registros de niveles de agua en la proyectada entrega del DP 3 al cauce del río Uquihua.
- Verificar la implementación del sistema de drenaje de la proyectada Irrigación Yorongos por cuanto los drenes laterales 16, 17, 18 y 19 comprometen directamente el área del proyecto.

- Ejecutar un control estricto del desarrollo urbano del sector de la Ciudad de Rioja ubicado en la margen Oeste del eje de la pista, respetando el sistema de drenaje a través de cunetas consideras en el proyecto. Ver plano D-1.
- Controlar y planificar el desarrollo urbano del sector Capironal, Santa Rosa de Enace, Las Flores, Democracia, Atahualpa, sector Raymondi los que se hallan directamente involucrados con el sistema de drenaje con el objeto de evitar posteriores interferencias en la capacidad de evacuación de los drenes.
- Deberán ser expropiados los terrenos ubicados en el sector Sur que utilizan agua para el riego (arrozales) por cuanto afectan directamente el sistema de sub-drenaje propuesto (Ver plano D-2)
- Deberá efectuarse una actualización del estudio desarrollado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones el año de 1990 en relación al estado de las estructuras: pavimento, base, sub-base y canteras a efecto de precisar los alcances de informe memoria de dicho proyecto.

#### V.2.2.0.- MEDIDAS DE EJECUCIÓN.

- Verificar el levantamiento topográfico ejecutado como base para el estudio del año 1990 previa a la ejecución de la obra, utilizando como base el plano desarrollado en el presente proyecto y los puntos monumentados correspondientes a los pozos piezométricos instalados.

Los hitos monumentados en el levantamiento de 1990 están en mal estado o no existen, no siendo por lo tanto posible su uso con fines de verificación.

- Las obras propuestas en el presente proyecto que constituyen puntos sustantivos de la solución son: La alcantarilla de cruce en la carretera marginal, la alcantarilla transversal de la progresiva [0+820], la alcantarilla transversal de la progresiva [2+070], y la alcantarilla longitudinal entre las

progresivas [0-370] a [0-525] lado Oeste.

Por lo tanto deberán tomarse las medidas necesarias para la ejecución simultanea.

- El sistema de sub-drenaje no es un elemento complementario sino constituye parte de la solución integral, luego no deberá sustituirse o implementarse parcialmente.

#### V.2.3.0.- OTROS

- Para suelos granulares se recomienda verificar la probabilidad de ocurrencia de licuación de suelos.
- Se ha evaluado la capacidad portante de los suelos finos y granulares subyacentes a la zona Norte y la zona de la pista actual, para lo que se empleó la metodología de M. Belshow para suelos granulares, y para suelos finos, la metodología de Awkati.
- Para la determinación de la carga admisible se empleó "qc" de cada CPT, para lo que se ha tomado los valores más bajos dentro la profundidad activa de cimentación.
- Para suelos granulares se determinaron valores de capacidad portante relativamente bajos ( $0.25 - 0.45 \text{ kg/cm}^2$ ), pero que son suficientes para soportar los drenes principales.

El rango de la capacidad portante nos asegura que todas las estructuras diseñadas no fallarán por este parámetro.

- Si la carga transmitida de la alcantarilla abovedada fuese mayor que  $0.25 \text{ kg/cm}^2$  habría que buscar un nuevo nivel de cimentación en donde la capacidad portante sea mayor que 0.25 o aumentar las dimensiones de la cimentación.
- En caso de los suelos finos luego de determinar la carga transmitida de las estructuras, hay que determinar el nivel de asentamientos que pueda ocurrir y compararla con el asentamiento permisible.(Lambe).
- Actualmente existen áreas de seguridad del aeropuerto

colindantes al jr. Raymondi que han sido invadidas por viviendas poniendo en grave peligro no solo a los pobladores sino al normal desarrollo del transporte aéreo, cabe resaltar que no existe cerco perimetral de seguridad del aeropuerto en esta zona, así como en el sector Sur, se recomienda entonces circular en toda la amplitud del área del proyecto que asegure la intangibilidad del área del aeropuerto.

- El Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (INADUR), a través del proyecto de Actualización del Plan de Ordenamiento Urbano de la Ciudad de Rioja, en su capítulo II, hace un enfoque sobre la conformación urbana en las zonas periféricas hacia los conos Norte y Sur del aeropuerto y da sus respectivas recomendaciones.
- Se recomienda a las instituciones que operan penetrómetros del tipo usado en el presente estudio en nuestro país, realizar correlaciones sistemáticas con ensayos de laboratorio y de campo probados y poner dichos resultados en conocimiento de la colectividad especializada de nuestro medio. Solo así podremos contar con estadísticas confiables para la mejor interpretación de los ensayos.
- Las normas establecen que los objetos que sobresalen en las "superficies civiles imaginarias" (Se deben despejar las obstrucciones existentes y evitar las futuras, es deseable despejar estas áreas completamente, pero no es necesario nivelarlas) se consideran obstrucciones por lo tanto deben de ser quitados, señalados e iluminados según la naturaleza de la obstrucción y la factibilidad de su remoción.

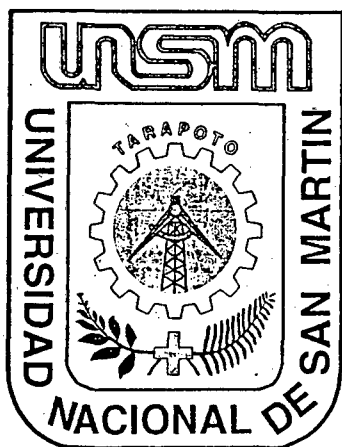
-----

## BIBLIOGRAFÍA

1. Advisor Circular Federation, Airport Drainage, AC 150/5320-5 Aviation Agency, Washinton USA 1966.
2. Cedergren Harry R., John Wiley & Sons, Dranaige of Highway and Arfiel Pavement. California 1974.
3. Bureau of Reclamation, Drainage Manual, U.S Departament of Interior, Washinton USA 1978.
4. Sotelo Gilberto, Drenaje en Carreteras y Aeropuertos, UNAM, México, 1967.
5. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Estudio Definitivo para las zonas de Mejoramiento y Ampliación del Aeropuerto de Rioja., Dirección General de Transporte Aéreo. Dirección de Infraestructura Aérea. Vol. I, II, III y IV. Julio de 1990.
6. Linsley-Kohler-Paulos, Hidrology For Inginers. Segunda Edición, Hill Book Co., USA 1978.
7. Rico-Del Castillo, La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Vol. I y II. México 1993.
8. The ARMCO International Corporation, Manual de Drenaje y Productos de Construcción, Mddletow, Ohio, Estados Unidos, 1989.
9. Frederick S. Merritt. Manual del Ingeniero Civil, Consulting Engineer, Vol. I y III. Syosset, N.Y. 1984.
10. Juárez Badillo-Rico Rodríguez, Mecánica de Suelos, Vol. I y II, Tercera Edición, México, 1974.
11. José L. Lara Montani, Microzonificación Sísmica de las Ciudades de Moyobamba y Rioja, U.N.I. Facultad de Ingeniería Civil, Lima, 1994.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



*ESTUDIO DE DRENAJE PARA EL  
AEROPUERTO "JUAN SIMONS VELA"*

*- PROVINCIA DE RIOJA -*

*- DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN -*

VOL II. ANEXOS

**TESIS**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**

**ASTOLFO ROLANDO PAREDES REATEGUI**

TARAPOTO - PERU

1996

## ANEXOS

- S.- SUELOS Y GEOTECNIA .. 201
- H.- HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA .. 342
- A.- ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS.. 380
- P.- METRADOS, COSTOS Y PRESUPUESTOS .. 399
- C.- CRONOGRAMA .. 403
- F.- FOTOGRAFIAS.. 405

**S.- SUELOS Y GEOTECNIA**



## SUELOS Y GEOTECNIA

### S.1.0.- CALICATAS

- S.1.1.- Resumen de Ensayos Estándar de Laboratorio..204
- S.1.2.- Registros de Sondajes..208
- S.1.3.- Análisis Granulométrico por Tamizado..227
- S.1.4.- Resumen Granulométrico..243

### S.2.0.- POSTEADORA MANUAL

- S.2.1.- Resumen de Ensayos Estándar de Laboratorio..246
- S.2.2.- Registros de Sondajes..250
- S.2.3.- Análisis Granulométrico por Tamizado..268
- S.2.4.- Resumen Granulométrico..283

### S.3.0.- CONO HOLANDES

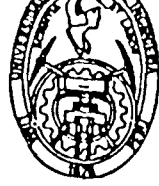
- S.3.1.- Registros de Sondajes..286
- S.3.2.- Tablas de Cálculo..301

### S.4.0.- ENSAYOS ESPECIALES

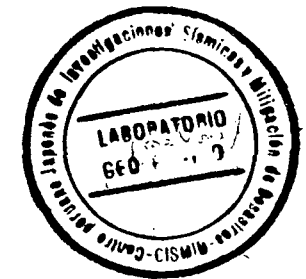
- S.4.1.- Ensayos de Compresión No Confinada..317
- S.4.2.- Ensayos de Consolidación Unidimensional..326
- S.4.3.- Ensayo de Corte Directo..336

**S.1.0.- CALICATAS**

## **S.1.1.- RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994

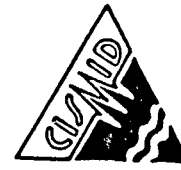
ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°( CALICATA )	C-1	C-1	C-1	C-2	C-2	C-3	C-3	C-4	C-4	C-5	
Muestra	MI-1	MI-2	M-1	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	
Profundidad (m)	0.00-2.30	2.30-4.20	4.20-5.00	0.00-3.30	3.30-4.00	1.50-3.50	3.50-4.00	0.90-3.00	3.00-3.50	00.20-2.30	
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA MALLA DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"	3"										
	2"				100.0						
	1 1/2"				71.7						
	1"				46.6						
	3/4"				36.2						
	3/8"				29.8						
	N° 4				28.5						
	N° 10	100.0	100.0		100.0	27.5		100.0	100.0	100.0	
	N° 20	99.8	99.9	100.0	99.8	26.9		99.7	99.9	99.9	
	N° 40	99.7	99.7	99.8	98.8	24.1		95.9	99.6	99.7	
	N° 60	99.5	94.5	86.3	91.8	18.9		66.2	95.5	87.5	
	N° 140	86.7	43.0	31.9	67.8	12.1		31.2	69.4	36.8	
N° 200	80.7	36.7	27.4	57.8	10.6	100.0	28.2	59.6	31.4	100.0	
LIMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	50.2	32.2	27.8	36.7	29.3	81.8	27.5	37.2	32.2	62.5
	L.P.	27.3	20.7	16.6	19.8	19.1	37.6	18.2	23.2	21.1	29.7
	I.P.	22.9	11.5	11.2	16.9	10.2	44.2	9.3	14.0	11.1	32.8
	L.C.	16.2	-	-	-	-	11.6	-	-	-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	29.0	28.1	25.8	26.2	18.2	40.0	25.6	28.5	30.2	37.7	
CLASIFICACION (SUCS)	CH	SC	SC	CL	GP-GC	MH	SC	CL	SC	CH	

205



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
 FECHA : Junio. 1994

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°( CALICATA)	C-5	C-6	C-6	C-7	C-7	C-8	C-9	C-10	C-10	C-10	
Muestra	M-2	MI-1	M-1	M-1	M-2	M-1	M-1	M-1	M-2	M-3	
Profundidad (m)	2.30-4.00	0.20-2.00	2.00-3.50	0.00-3.40	3.40-4.00	1.00-3.00	0.30-1.80	0.20-1.00	1.00-2.40	2.40-3.50	
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA MALLA DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"	3"										
	2"				100.0						
	1 1/2"				65.8						
	1"				57.5						
	3/4"				49.9						
	3/8"				36.3						
	N°4	100.0			28.2						
	N°10	99.4			100.0	22.6				100.0	
	N°20	96.2		100.0	99.9	18.7		100.0		100.0	99.9
	N°40	85.5		99.6	99.8	12.7		99.8		99.8	99.6
	N°60	71.3		99.1	99.1	8.5		99.6		99.2	92.9
	N°140	53.7		95.9	92.4	5.0		91.6		77.6	49.4
N°200	46.6	100.0	95.0	89.8	4.2	100.0	84.5	100.0	66.7	41.4	
LIMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	27.7	82.4	73.8	57.5	26.2	55.4	40.8	56.4	32.9	41.7
	L.P.	15.4	39.4	43.3	25.8	NP	32.0	25.0	34.7	21.7	21.4
	I.P.	12.2	43.0	30.5	31.7	NP	23.4	15.8	21.7	11.2	20.3
	L.C.	-	14.2	20.8	-	-	10.6	-	-	-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	19.7	44.5	34.1	37.8	9.3	28.3	24.5	30.0	28.2	20.5	
CLASIFICACION (SUCS)	SC	MH	MH	CH	GP	MH	CL	MH	CL	SC	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
 FECHA : Junio. 1994

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°(CALICATA)	C-13	C-14	C-15	C-17	C-18	C-18				
Muestra	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-2				
Profundidad (m)	0.90-1.60	0.00-3.20	0.00-2.50	1.25-3.10	0.00-0.65	0.65-1.65				
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA MALLA DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"	3"									
	2"									
	1 1/2"									
	1"									
	3/4"									
	3/8"									
	N°4					100.0				
	N°10				100.0	99.8	100.0			
	N°20		100.0		99.9	99.0	99.9			
	N°40		99.8		99.8	95.6	99.4			
	N°60		98.5		97.3	87.5	97.4			
	N°140		64.8		71.1	59.6	74.5			
N°200	100.0	56.9	100.0	63.5	55.2	67.8				
LIMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	45.7	43.4	45.0	35.2	25.3	52.6			
	L.P.	NP	22.9	22.1	18.2	16.0	27.5			
	I.P.	NP	20.5	22.9	17.1	9.3	25.1			
	L.C.	-	-	-	-	-	19.5			
HUMEDAD NATURAL (%)	56.1	26.5	27.1	18.6	18.6	33.6				
CLASIFICACION (SUCS)	OL	CL	CL	CL	CL	CH				

207

## **S.1.2.- REGISTROS DE SONDAJES**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** 0-1  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 4.20 mt

P R O F U N D I D A D (m)	L I M I T E S (m)	M U E S T R A S	P R U E B A S D E C A M P O		G R A F I C A	C L A S I F. (SUCS)	D E S C R I P C I O N D E L M A T E R I A L	E N S A Y O D E P E N E T R A C I O N E S T A N D A R						
			D. N. (gr/ea3)	H. N. (X)				P R O F. (m)	N U M E R O D E G O L P E S / P I E	G R A F I C A D E N				
									0	10	20	30	40	50
	2.30	MI-1		29.0	[Diagrama de muestra]	CH	Arcilla arenosa-plástica. Color blanco-amarillento. Saturada. Fisurada. Semi-dura. Con 19.3% de arena fina. LL=50.2% IP=22.9% LC=16.2%							
2.30					[Diagrama de muestra]									
	2.70	MI-2		28.1	[Diagrama de muestra]	SC	Arena arcillosa de mediana plasticidad. Color blanco-amarillo. Saturada medianamente densa. 36.7% de finos. LL=32.2% IP=11.5%							
2.70					[Diagrama de muestra]									
	4.20	M-1		25.8	[Diagrama de muestra]	SC	Arena arcillosa de baja plasticidad. Color plomizo claro. Saturada. 27.4% de finos. LL=27.8% IP=11.2%							
4.20					[Diagrama de muestra]									
	5.00				[Diagrama de muestra]									
5.00					[Diagrama de muestra]									







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** C-2  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 3.20 mt

ALCANTARILLADO (mt)	PROFUNDIDAD (mt)	MUESTREOS REGISTRADOS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D.N. (gr/ea3)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50
	3.30	M-1		26.2		CL	Arcilla arenosa de mediana plasticidad. Color blanco-naranja. Saturada. 42.2% de arena fina. Semi-dura. LL=36.7% IP=16.9%							
3.30														
	0.70	M-2		18.2		GP-GC	Grava mal graduada redondeada T.M. 2". Con matriz arena-arcillosa de color amarillento. 17.9% de arena. 10.6% de finos. LL=29.3% IP=10.2%							
4.00														





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnicos



## REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : C-3  
 FECHA : Mayo, 1994  
 OPERADOR : R. Parades

TIPO DE SONDAJE : CALICATA  
 PROFUNDIDAD N.F. : 3.20 mt

PROF. (mt)	FUNDACION (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA SOLUCION	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H. N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50
1.30	1.30	S/M				SC	Relleno de arena-arcillosa. Colores varios (naranja-plomo oscuro). Con presencia de raices. Semi-duro.							
1.50	0.20	S/M				OH	Arcilla organica altamente plastica. Marron oscuro. Presencia de raices.							
3.50	2.00	M-1		40.0		MH	Limo altamente plastico. Color plomizo claro con manchas rojo-naranja Elando. Humedo. LL=81.8% IP=44.2% LC=11.6%							
4.00	0.50	M-2		25.6		SC	Arena arcillosa mal graduada de baja plasticidad. Color plomizo. Saturada 28.2% de finos. LL=27.5% IP=9.3%							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



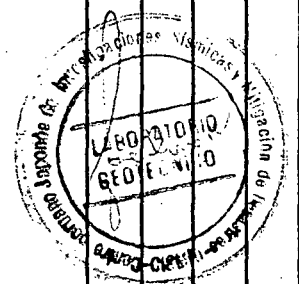
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** C-4  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 3.40 mt

P. PROF. (mt)	FUNDAMENTO (mt)	MUESTRA	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/ea3)	H. N. (%)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50
0.50	0.50	S-M			[Diagrama]	SC	Relleno para la pista actual del aeropuerto. Conformado por una arena arcillosa con grava.							
0.90	0.40	S-M			[Diagrama]	OU	Arcilla organica de alta plasticidad Marron oscuro. Presencia de raices.							
3.00	2.10	M-1		28.5	[Diagrama]	CL	Arcilla arenosa plastica. Color blanco humo con 40.4% de arena fina. Semi-dura. LL=37.2% IP=14.0%							
3.50	0.50	M-2		30.2	[Diagrama]	SC	Arena arcillosa mal graduada de mediana plasticidad. Color blanco humo 31.4% de finos. Medianamente densa. LL=32.2% IP=11.1%							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



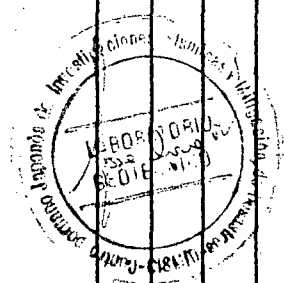
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** 1-E  
**FECHA :** Mayo 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 3.80 mt

PROF. (mt)	FONDURA (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA SOLICITADA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/ea3)	H. N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
								0	10	20	30	40	50	
0.20	0.20	S/M				OH	Arcilla organica de alta plasticidad Marron oscuro. Presencia de raices.							
2.30	2.10	M-1		37.7		OH	Arcilla de alta plasticidad de color blanco-naranja. Se presenta bastante alterada y fisurada. Humeda. LL=62.5% IP=32.8%							
4.00	1.70	M-2		19.7		SC	Arena arcillosa mal graduada de baja plasticidad. Color plomizo claro. 46.6% de finos. LL=27.7% IP=12.2%							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



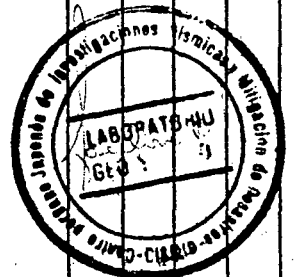
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : C-6  
**FECHA** : Mayo, 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F.** : N.A.

P. PROF. (mt)	SONDADO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		S. GRAFICA	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N. (gr/oo3)	H.N. (X)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
0.20	0.20	S/M				OH	Arcilla organica de alta plasticidad Marron oscuro. Presencia de raices.								
2.00	3.30	MI-1		44.5		MH	Limo altamente compresible. Color ptonizo claro. Saturado. LL=82.4% IP=43.0% LC=14.2%								
		M-1		34.1		MH	Limo altamente compresible. Color variado (naranja-rojo-blanco). Saturado. Con 5% de arena fina. LL=73.8% IP=30.5% LC=20.8%								
3.50															





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnicos**



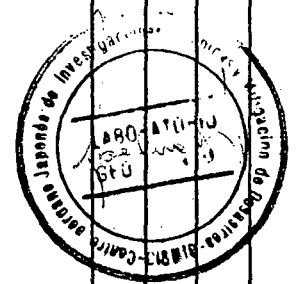
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** C-7  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 3.50 mt

PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA SOMOLOGICA	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D.N. (gr/ea3)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
								0	10	20	30	40	50	
3.40	3.40	M-1		37.8		CH	Arcilla plastica de color plomo claro con marron oscuro. Mezclada con suelo organico. Saturada. Blanda. 10.2% de arena fina. LL=57.5% IP=31.7%							
4.00	0.60	M-2		9.3		GP	Grava mal graduada de forma redondeada T.M. 2". Con matriz arenararcillosa. 24% de arena y 4.2% de finos. Saturada. LL=26.2%							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



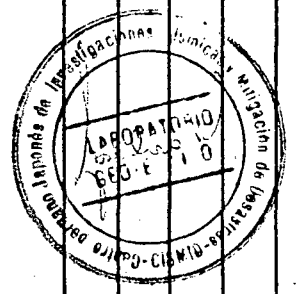
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** C-6  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 3.30 mt

P. PROF. (mt)	F. PROF. (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		G. GRAFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR					
			D. N. (gr/ea3)	H. N. (X)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N			
									10	20	30	40	50
1.00	1.00	S/M			[Dotted pattern]	OH	Arcilla organica de alta plasticidad Marron oscuro. Presencia de raices.						
3.00	2.00	M-1		23.3	[Dotted pattern]	MP	Limo plastico. Color plomizo claro con manchas naranja y rojo. Blando a semi-duro. Saturado. LL=55.4% IP=23.4% LC=10.6%						
3.75	0.75	S/M			[Gravel pattern]	GP	Grava mal graduada. Con 8% de grava sub-redondeada a redondeada T.M. 3" Con matriz arena-arcillosa.						





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



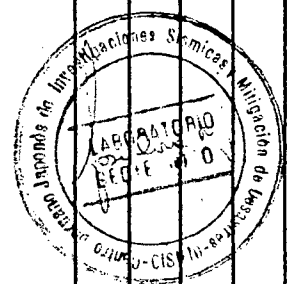
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** 0-9  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 2.50 mt

PROF. (mt)	CANTIDAD SONDADO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		S I M B O L O G R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N.	H.N.				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
			(gr/ea3)	(%)						0	10	20	30	40	50
0.30		S/M				CL	Arcilla arenosa. Color marron claro. Plástica. Blanda a semi-dura. Saturada. Abundante presencia de raíces.								
	1.80	M-1		24.5		CL	Arcilla de mediana plasticidad. Color blanco humo a verde claro con manchas naranja-amarillentas. Con 15.5% de arena fina. LL=40.8% IP=15.8%								
	1.80														
	1.20	S/M				GP-G	Grava de color gris oscuro-verdoso. Con 5% de grava sub-redondeada a redondeada > 3" a T.M. 6". Con matriz arena-arcillosa de color rojizo.								
	3.00														







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



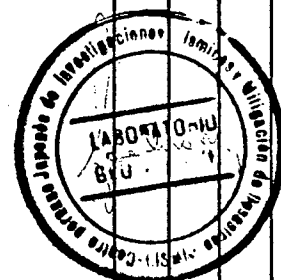
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : C-10  
**FECHA** : Mayo. 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F.** : 3.30 mt

PROF. (mt)	FONDURA (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA SOLICITADA	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/ea3)	H. N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
								0	10	20	30	40	50	
0.20	0.20	S/M				OH	Arcilla organica de alta plasticidad Marron oscuro. Presencia de raices.							
1.00	0.80	M-1		30.0		MH	Limo de alta compresibilidad. Color blanco matizado con rojo. Saturado. Fisurado. LL=56.4% IP=21.7%							
2.40	1.40	M-2		28.2		CL	Arcilla arenosa de mediana plasticidad. Color blanco-naranja. Saturada. Fisurada. Blanda. Deleznable. 33.3% de arena fina. LL=32.9% IP=11.2%							
3.50	1.10	M-3		20.5		SC	Arena arcillosa mal graduada de mediana plasticidad. Color plumizo. Medianamente densa. Saturada. 41.4% de finos. LL=41.7% IP=20.3%							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



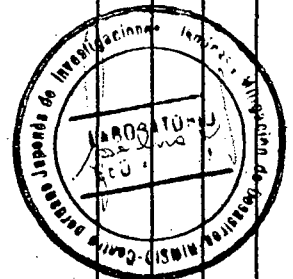
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : 0-11  
**FECHA** : Mayo, 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F.** : 2.20 mt

P. PROF. (mt)	FONDO (mt)	FONTO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		S O R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
				D.N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H.N. (%)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	G R A F I C A D E N				
									0	10	20	30	40	50	
0.40	0.40	S/M					OH	Arcilla organica de alta plasticidad Marron oscuro. Presencia de raices.							
2.00	1.60	S/M					OH	Arcilla de alta plasticidad, color blanco-naranja-rojo. Saturada, muy alterada.							
2.50	0.50	S/M					GP-GC	Grava mal graduada. Con 8% de grava sub-redondeada a redondeada > 3" a T.M. 6". De color gris oscuro. Con matriz arena-arcillosa de color plomizo claro.							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



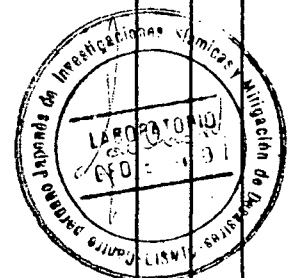
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** C-12  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Parades

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 3.30 mt

P. PROF. (mt)	F. PROF. (mt)	M. PROF. (mt)	PRUEBAS DE CAMPO		G. PROF. (gr/ea3)	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D. N. (gr/ea3)	H. N. (%)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
									0	10	20	30	40	50	
	0.70	S/M				OH	Arcilla organica de alta plasticidad Marron oscuro con manchas blanco-naranja. Abundante presencia de raices								
0.70															
	0.70	S/M				CI	Arcilla gravosa de color plomo claro con manchas naranja. Saturada. Plastica, dura.								
1.40															
	2.10	S/M				GP-G	Grava mal graduada. Color gris oscuro a verde claro. Saturada. Compacta. Con 15% de grava de forma sub-redondeada a redondeada > 3" a T.M. 6". Con matriz arena-arcillosa de color plomizo claro.								
3.50															





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



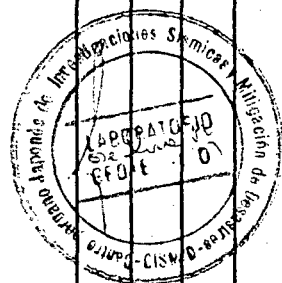
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SÓLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DE AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** 0-13  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** N.A.

P. PROF. (m)	F. PROF. (m)	MUESTRA S/M	PRUEBAS DE CAMPO		S. GRAFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H.N. (%)				P. PROF. (m)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
									0	10	20	30	40	50	
	0.90	S/M				SC	Relleno para la pista actual del aeropuerto de coloracion naranja.								
0.90						DL	Limo organico no plastico. Color negro. Saturado. Gravas aisladas. LL=45.7%								
1.60	0.70	M-1		56.1		GP-GC	Grava mal graduada. Color gris claro a verdoso. 20% de grava sub-redondeada a redondeada > 5" a T.M. 6". Con matriz arena-arcillosa de color plomizo-claro.								
2.80	1.20	S/M													





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



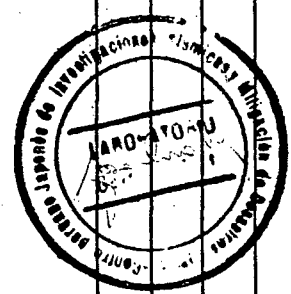
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DE AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** C-14  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 3.30 mt

P. PROF. (mt)	F. PROF. (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D.N. (gr/ea3)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									10	20	30	40	50	
	3.20	M-1		26.5		CL	Arcilla arenosa de mediana plasticidad. Color blanco-naranja. Saturada. Fisurada. Semi-dura. 43.1% de arena fina. LL=43.4% IP=20.5%							
3.20						GP-GO	Grava mal graduada. Color gris verdoso. 5% de grava sub-redondeada a redondeada > 3" a T.M. 6". Con matriz arena-arcillosa de color plomizo claro.							
	3.50	S/M												





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnicos**



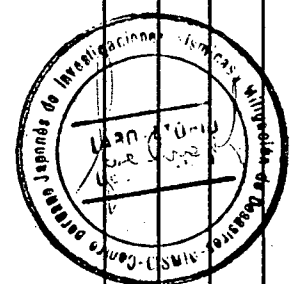
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAL DE AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** 0-15  
**FECHA :** Mayo, 1997  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 2.90 mt

PROF. (mt)	ESCALA PROFUNDIDAD (mt)	ESTRATO (mt)	OBTENIDAS MUESTRAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA SOMBOLOGICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR					
				D.N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H.N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N			
									0	10	20	30	40	50
2.50	2.50	M-1			27.1		CL	Arcilla de mediana plasticidad Color plomo claro con manchas naranja. Saturada. Semi-dura. Fisurada. LL=45.0% IP=22.9%						
3.00	0.50	S/M					GP-GC	Grava mal graduada de color gris. 5% de grava sub-redondeada a redondeada > 3" a T.M. 4" con matriz arena-arcillosa de color plomizo claro.						





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnicos**



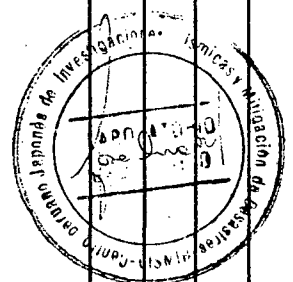
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DE AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** C-16  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 2.80 mt

PROF. (mt)	LUBRIFICACION (mt)	MUESTRA OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/ea3)	H. N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50
2.30		S/M				CL	Arcilla de mediana plasticidad. Color plomo claro con manchas naranja. Saturada. Fisurada. Semi-dura. (Similar a C-15 M-1)							
3.00	0.70	S/M				GP-GO	Grava de color gris. Con matriz arena arcillosa de color plomizo. 3% de grava > 5" con T.M. 4". Predomina la grava de 1" de forma sub-redondeada a redondeada.							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



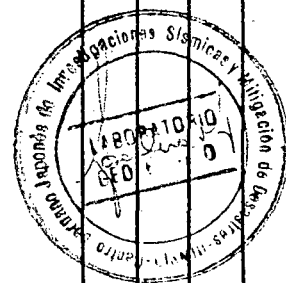
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DE AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : C-17  
**FECHA** : Mayo, 1994  
**OPERADOR** : R. Parades

**TIPO DE SONDAJE** : CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F.** : 3.10 mt

P. PROF. (mt)	ESTRATO D. PROFUNDIDAD (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H.N. (%)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
									0	10	20	30	40	50	
	1.25	S/M				OH	Arcilla organica de alta plasticidad Marron oscuro. Presencia de raices.								
1.25															
	1.85	M-1		18.6		CL	Arcilla arenosa de mediana plasticidad. Color plomo claro con manchas naranja. 36.5% de arena fina. LL=35.2% IP=17.1%								
3.10															
	0.40	S/M				GP-60	Grava mal graduada de color gris. 5% de grava sub-redondeada a redondeada > 3" a T.M. 4". Con matriz arena arcillosa de color plomizo claro.								
3.50															







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



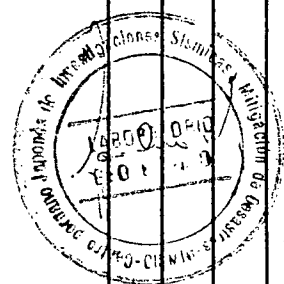
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DE AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : 0-18  
**FECHA** : Mayo, 1992  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : CALICATA  
**PROFUNDIDAD N.F.** : N.A.

P. PROF. (m)	ALCANTARILLADO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR									
			D.N. (gr/ea3)	H.N. (X)				P. PROF. (m)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N							
										0	10	20	30	40	50		
0.65	0.65	M-1		18.6		CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad Color naranja. 44.8% de arena fina. LL=25.3% IP=9.3%										
1.65	1.00	M-2		33.6		CH	Arcilla arenosa plastica. Color amarillo-naranja. 32.2% de arena fina. LL=52.6% IP=25.1% LC=19.5%										



### **S.1.3.- ANALISIS GRANULOMETRICO**

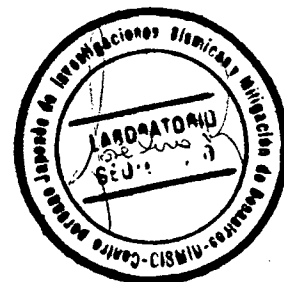


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

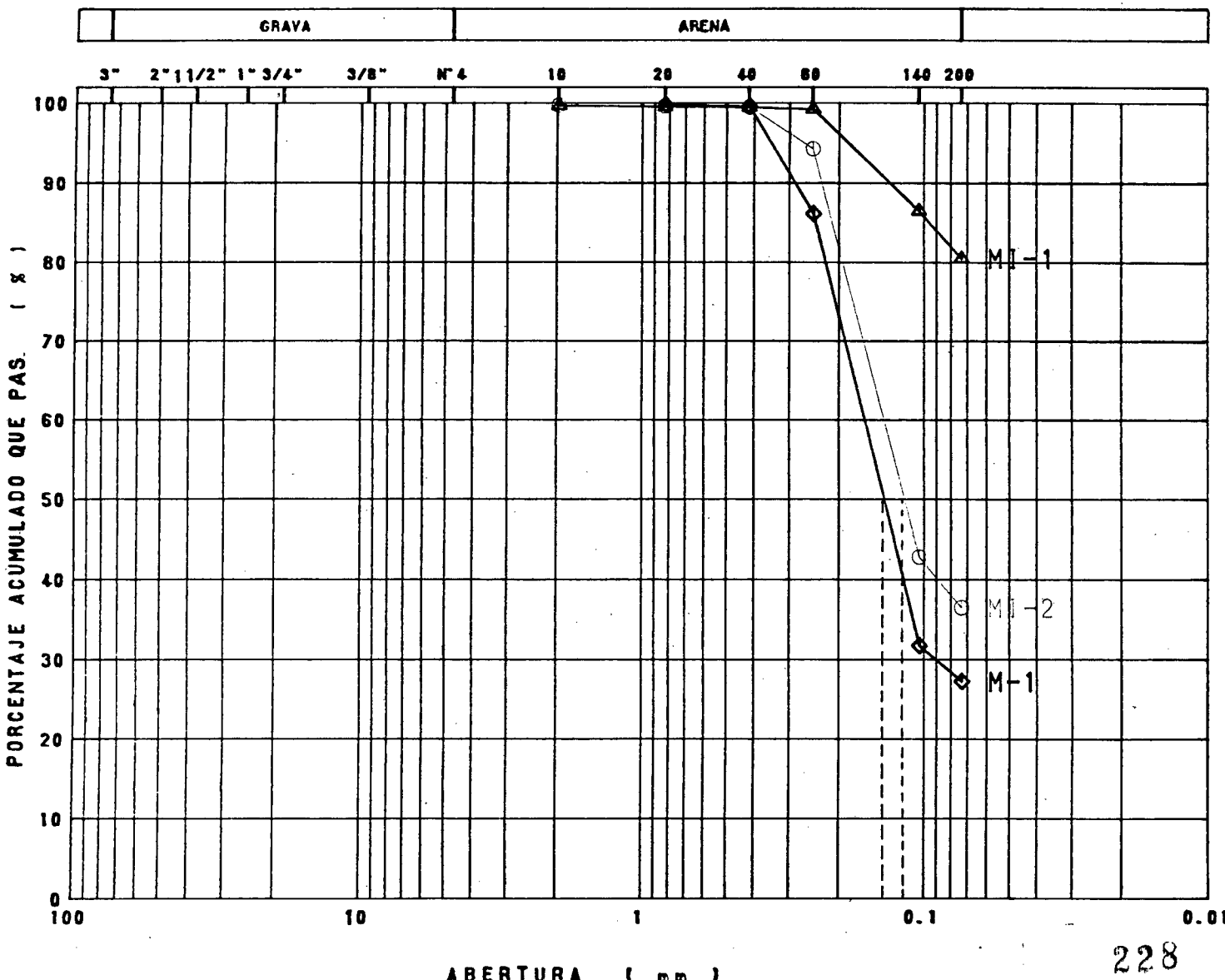


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
 FECHA : Junio. 1994  
 SONDAJE : C-1



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487



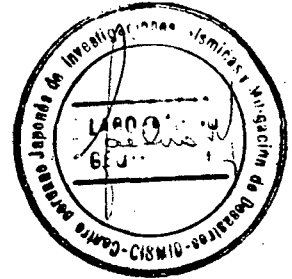


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

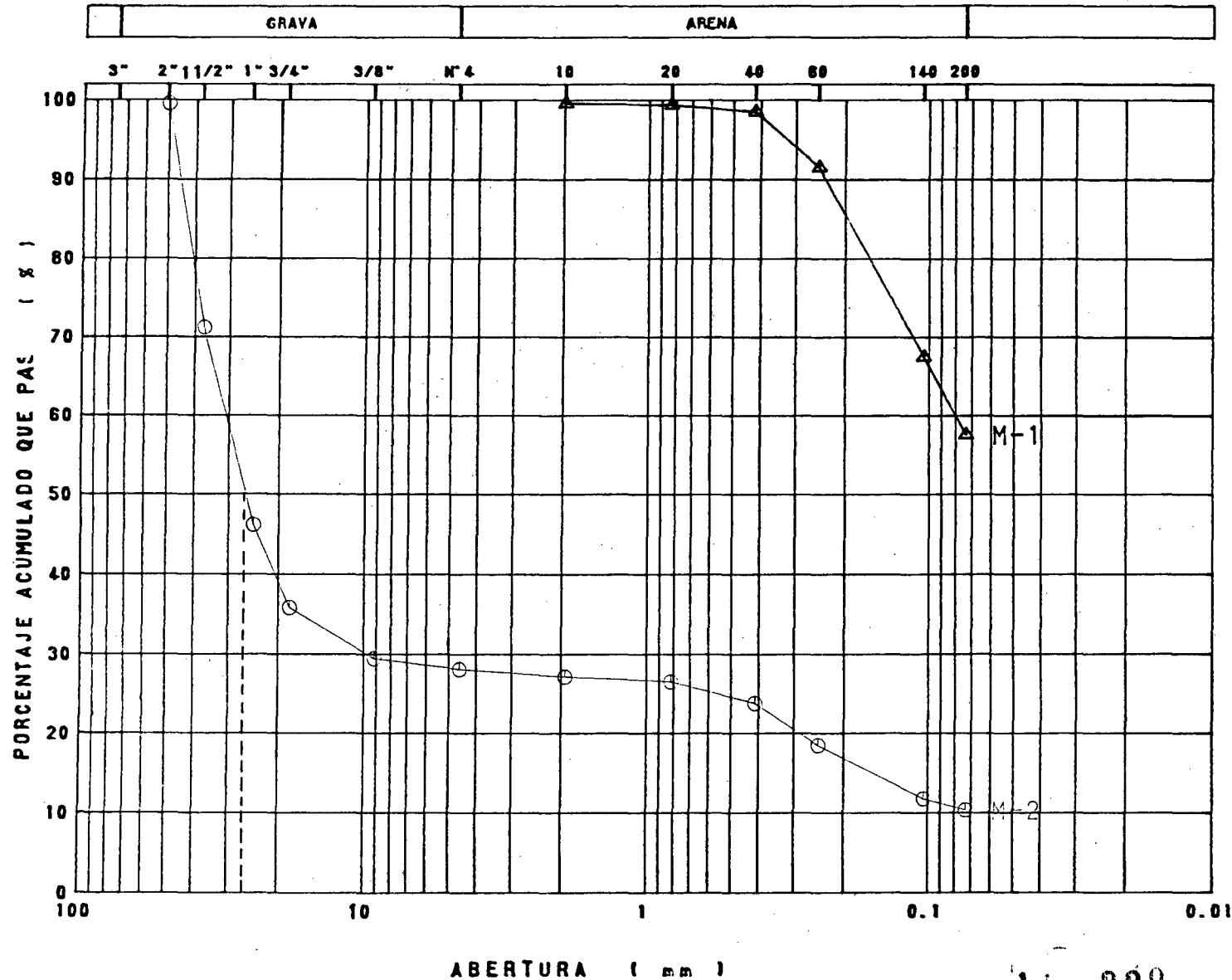


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : C-2



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

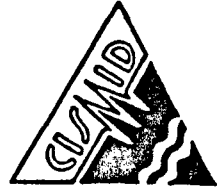
CLASIFICACION ASTM D2487



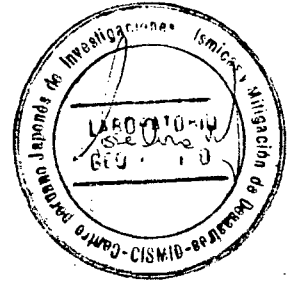


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

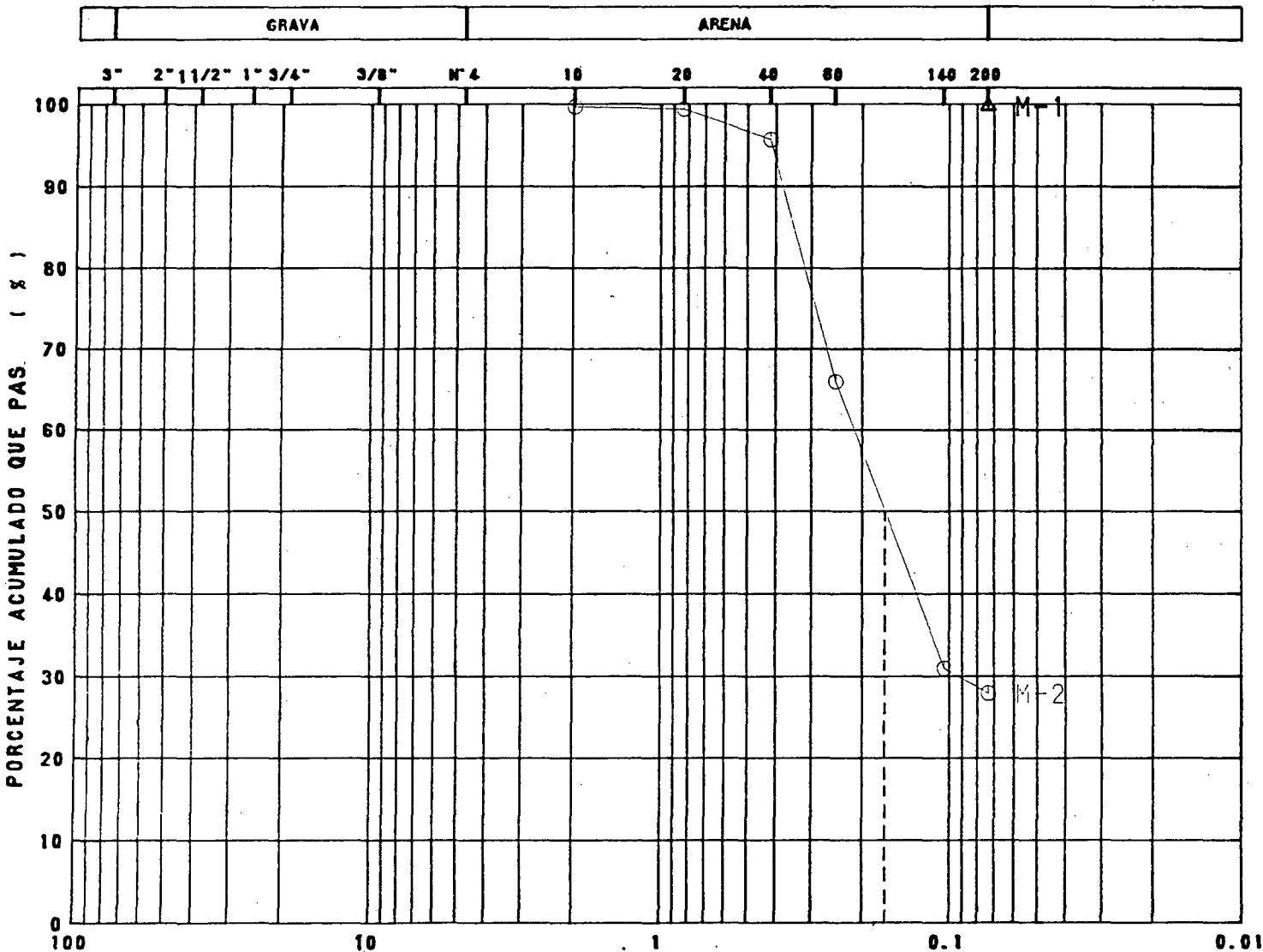


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : C-3



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487



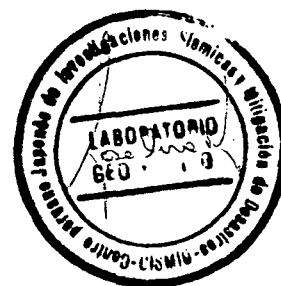


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

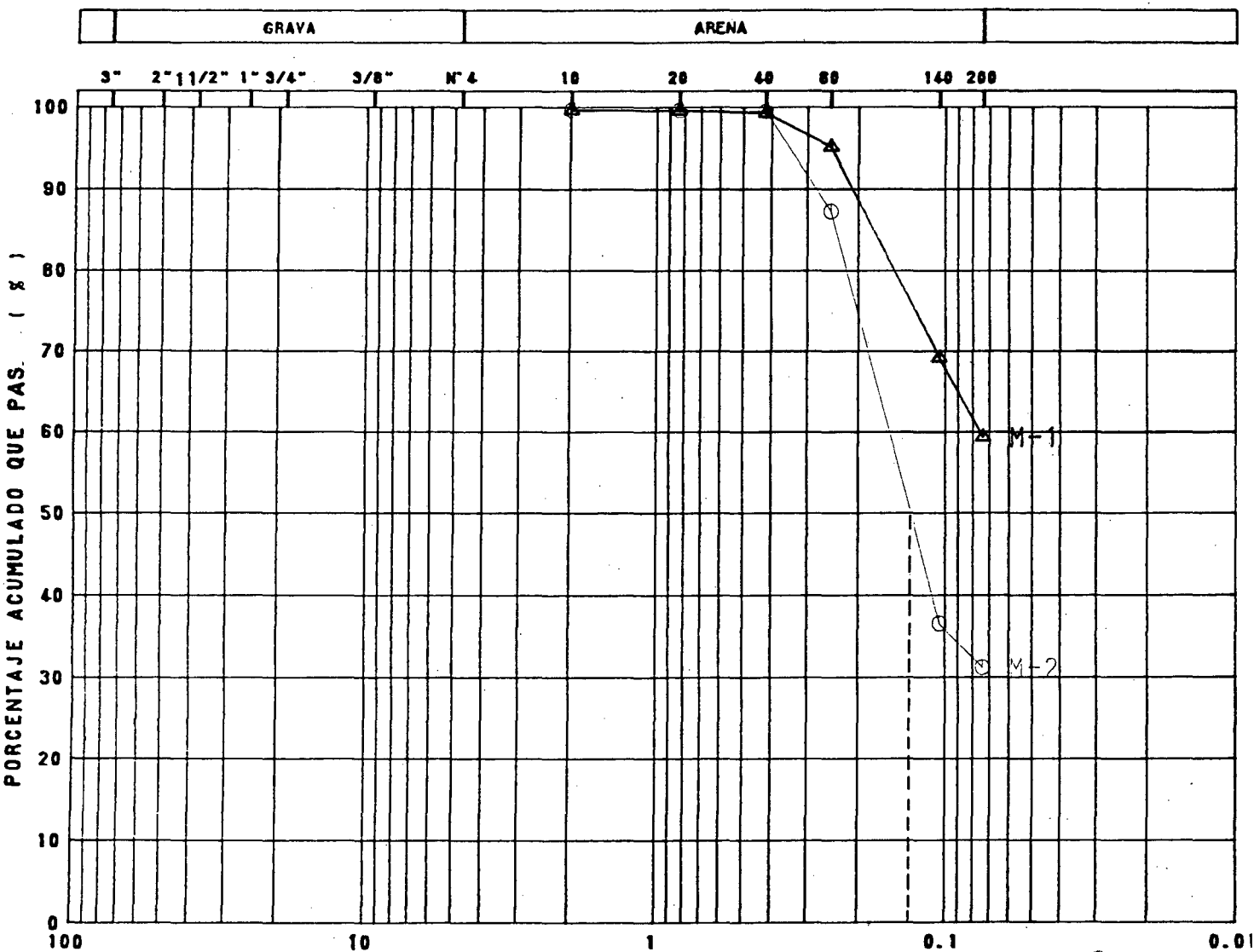


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : C-4



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

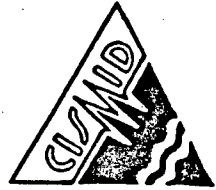
CLASIFICACION ASTM D2487



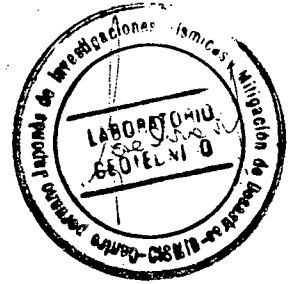


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

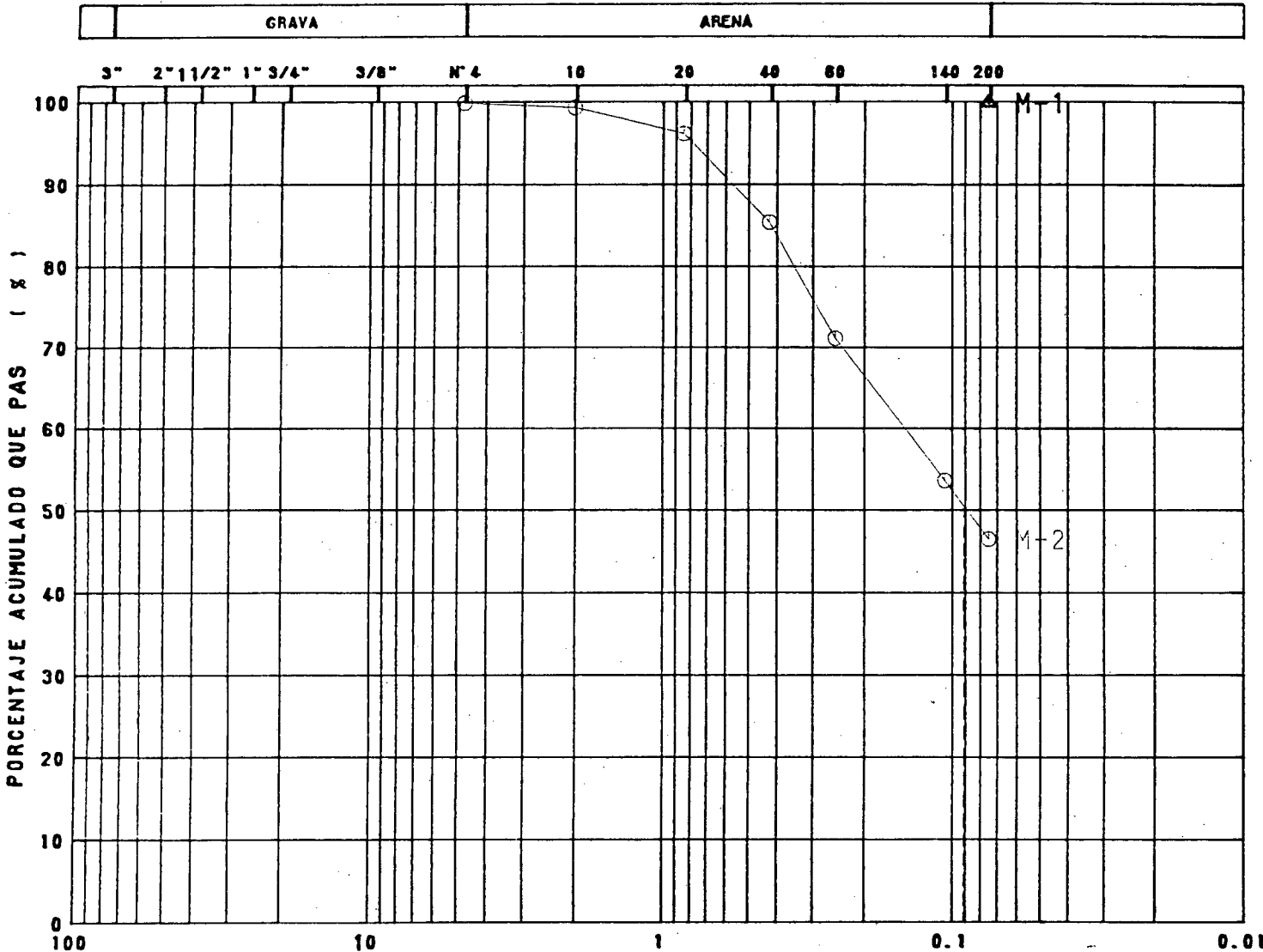


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
 FECHA : Junio. 1994  
 SONDAJE : C-5



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

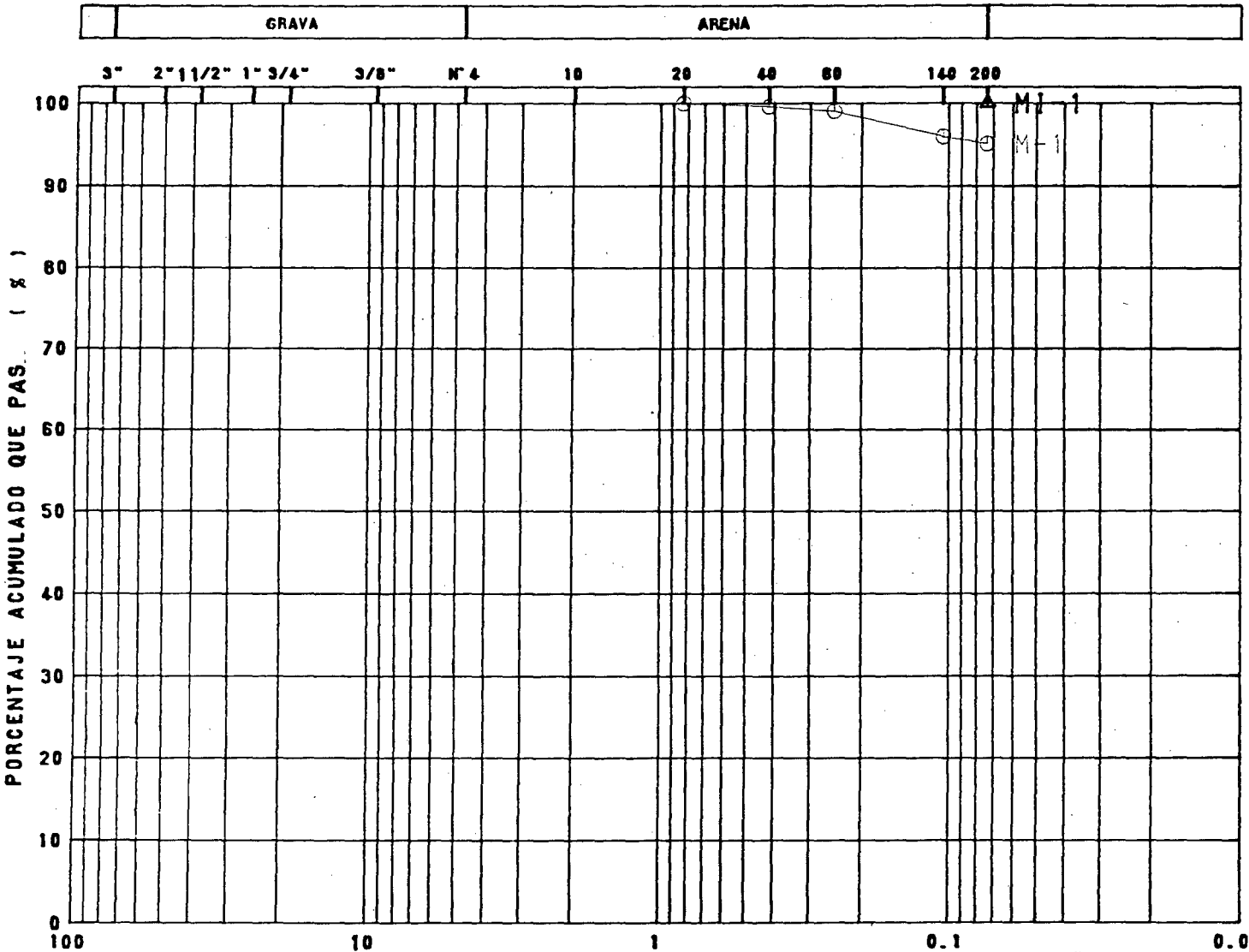


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : C-6



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487







UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

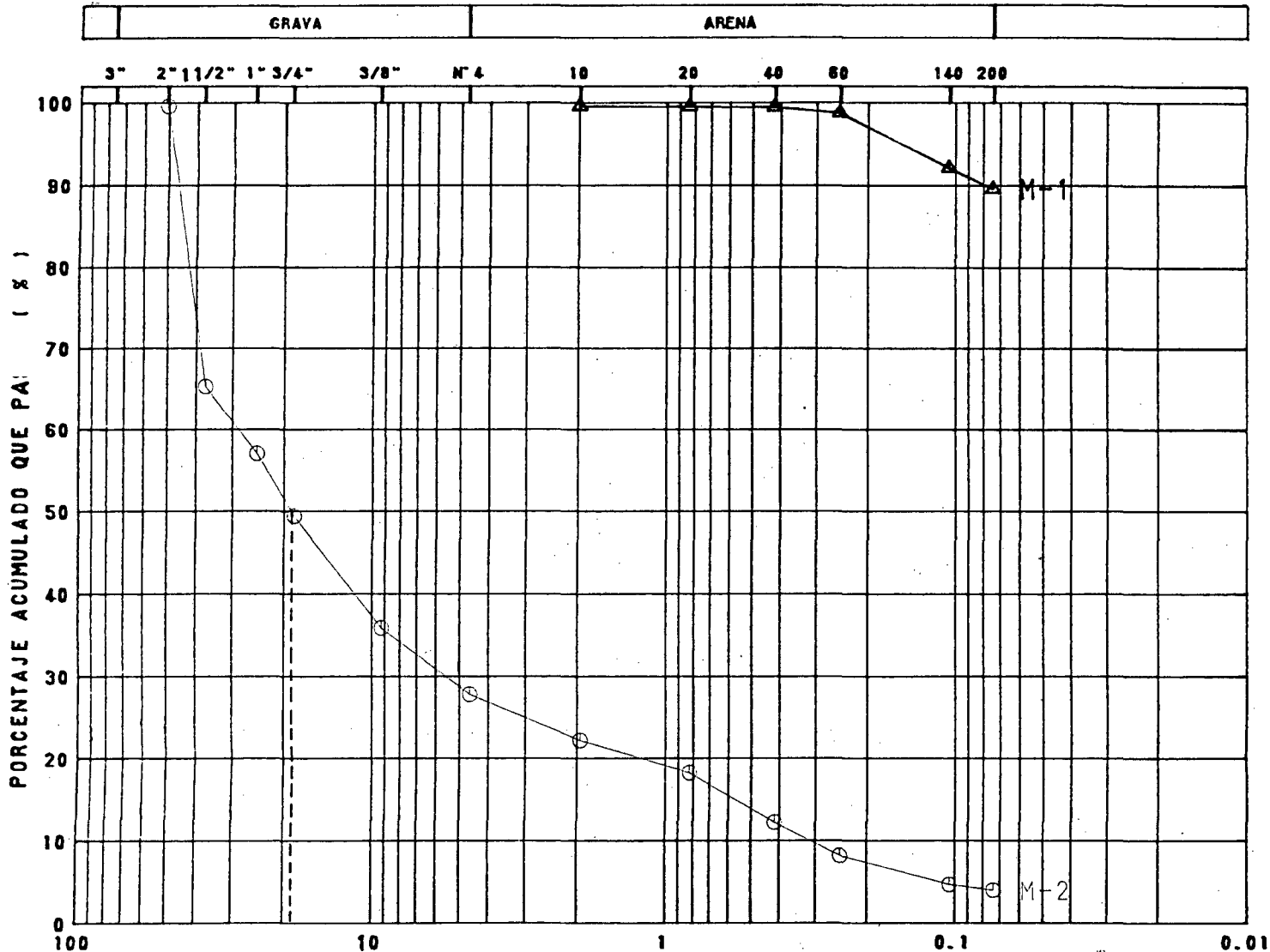


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
 FECHA : Junio. 1984  
 SONDAJE : C-7



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

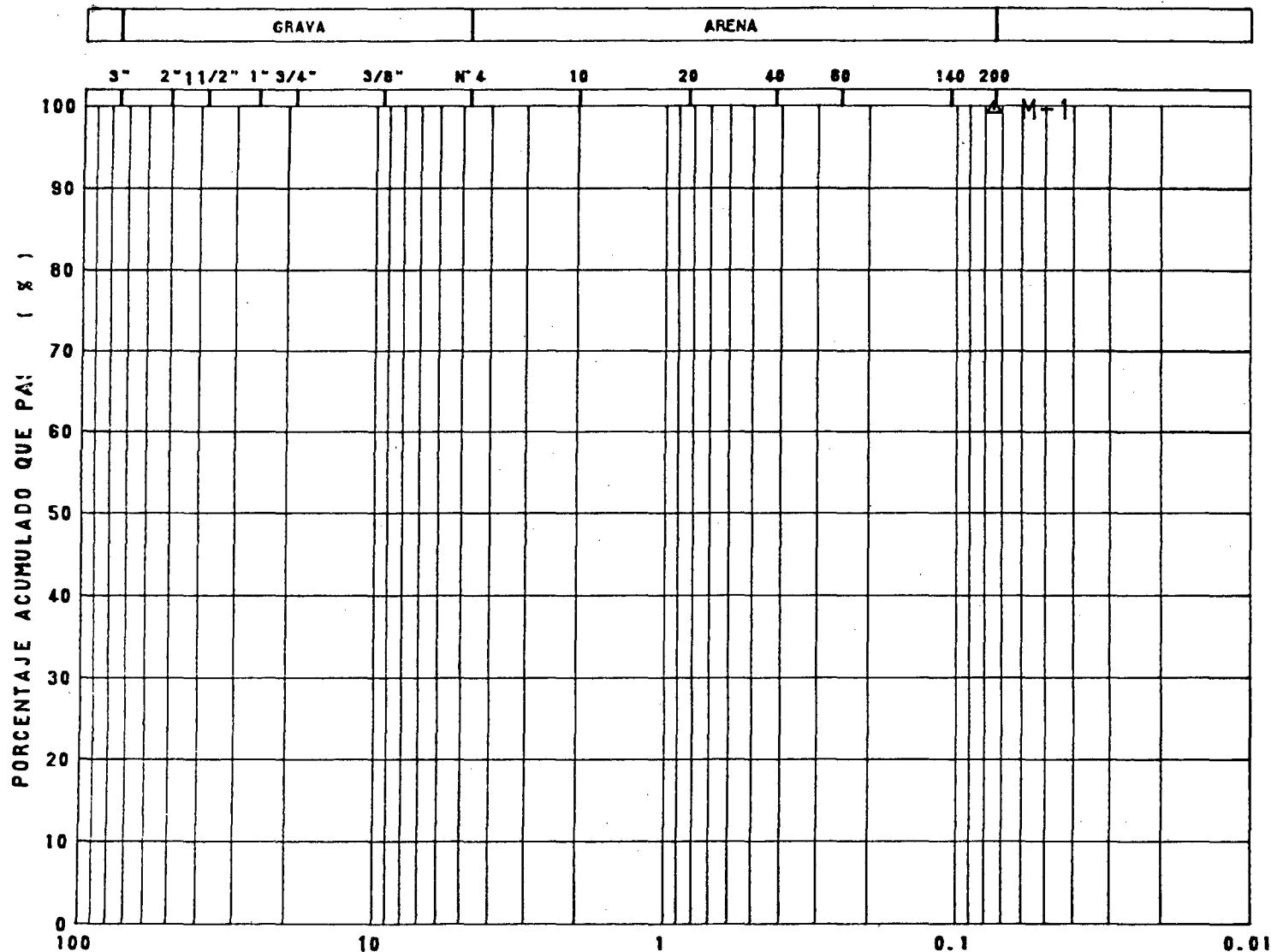


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994  
SONDAJE : C-8



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487

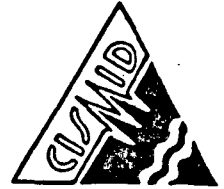


ABERTURA (mm)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

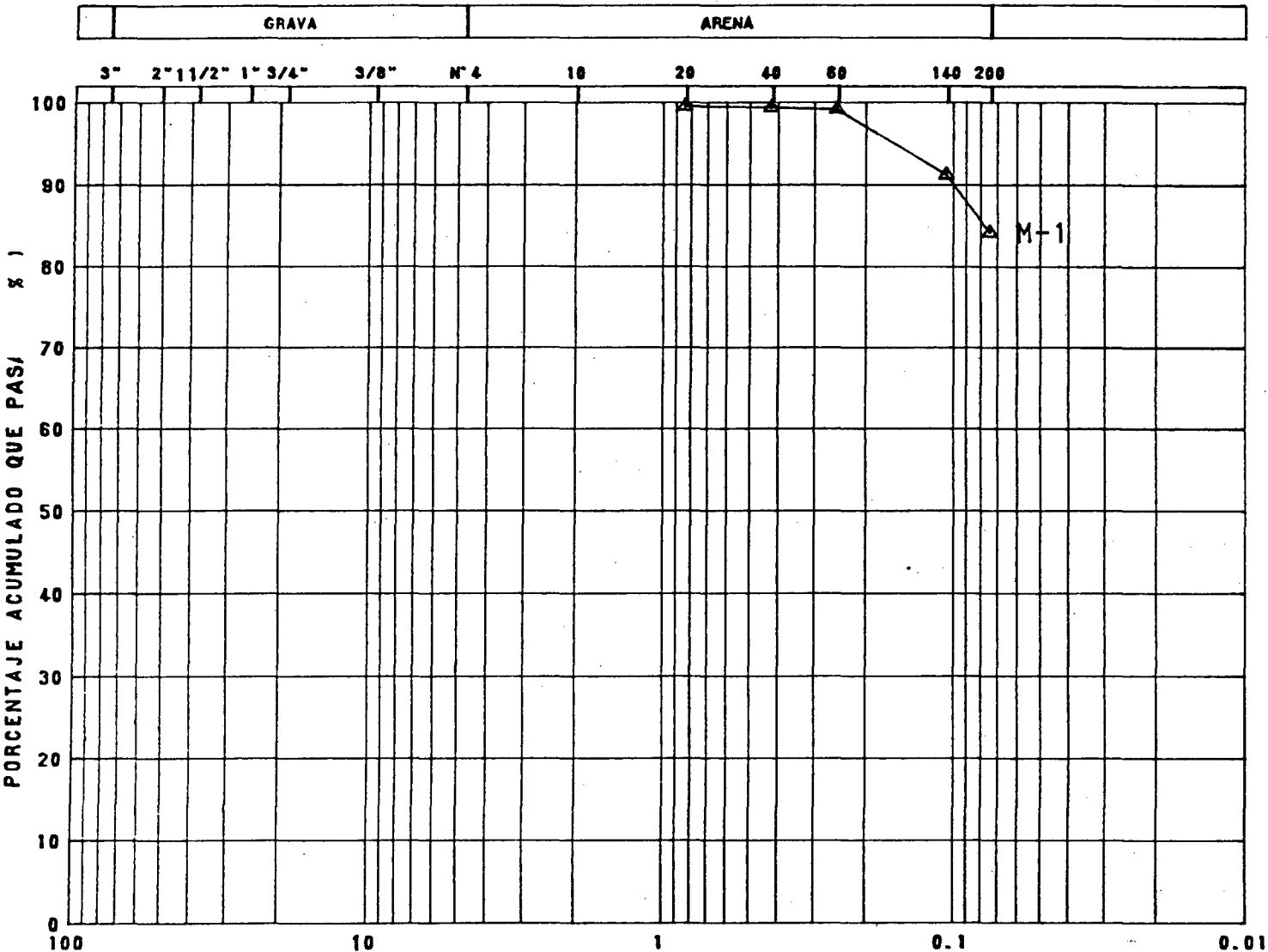


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : C-9



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

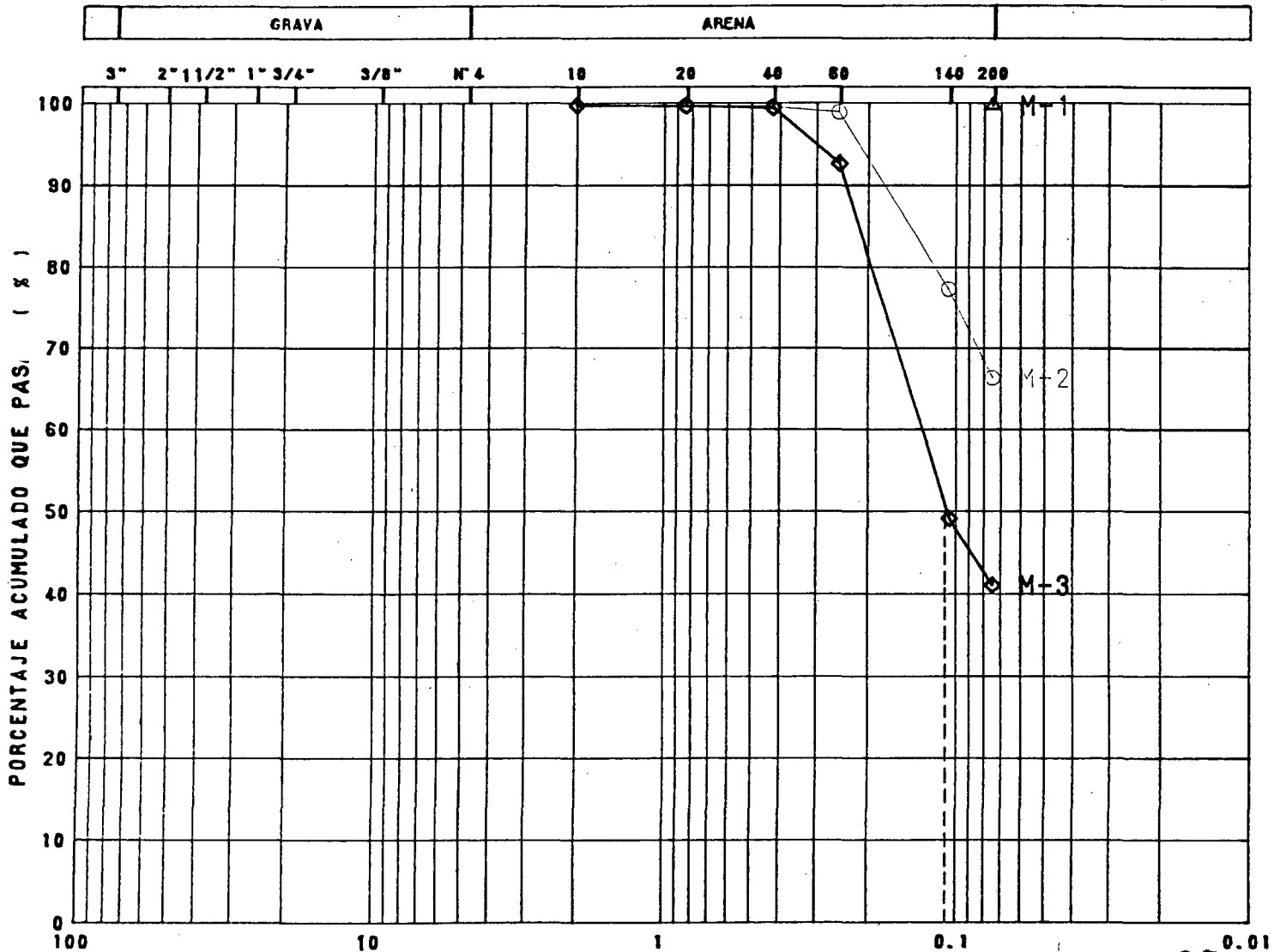


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994  
SONDAJE : C-10



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487

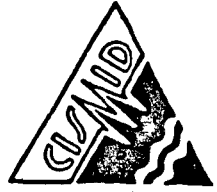






UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

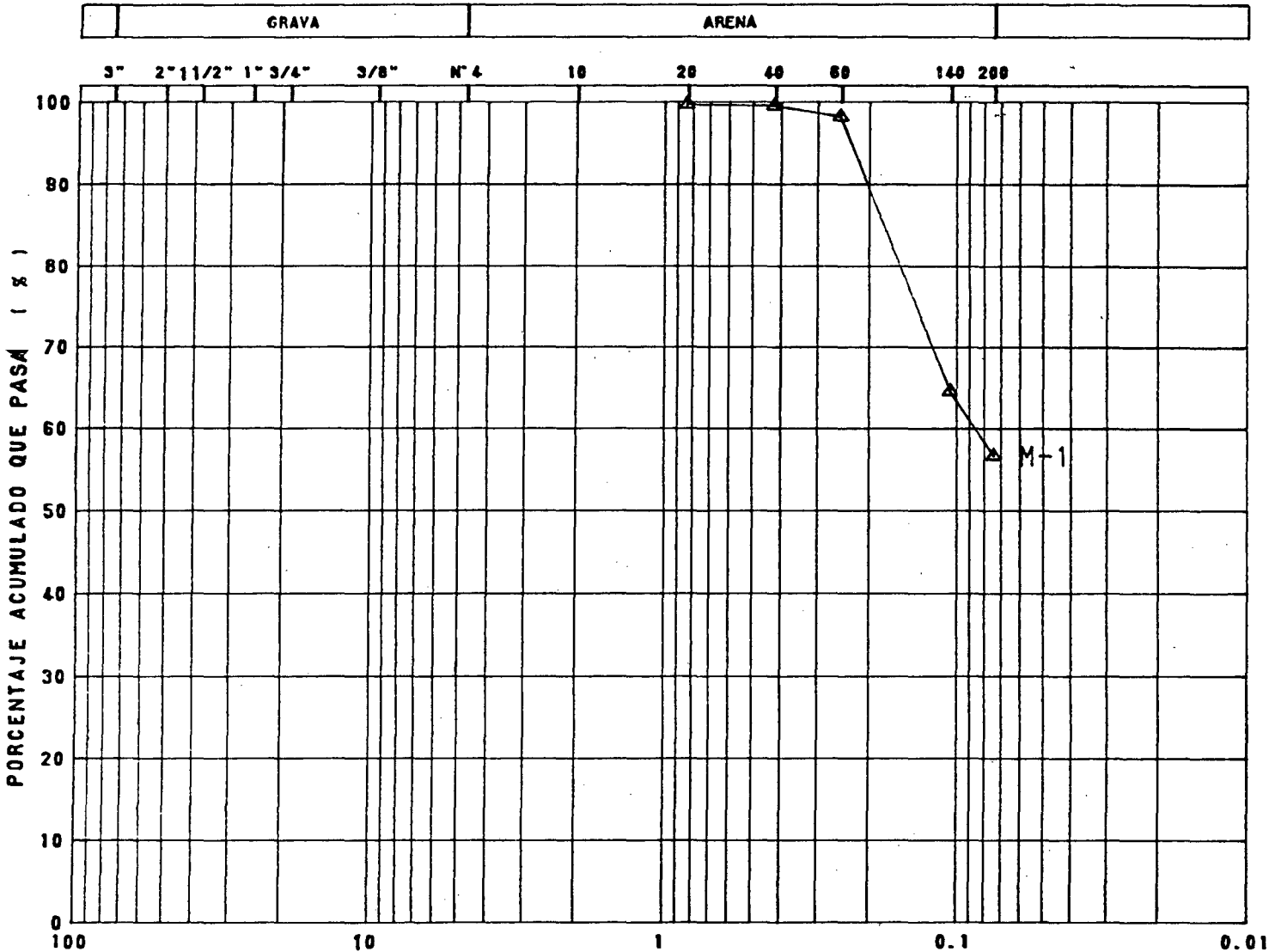


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : C-14



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

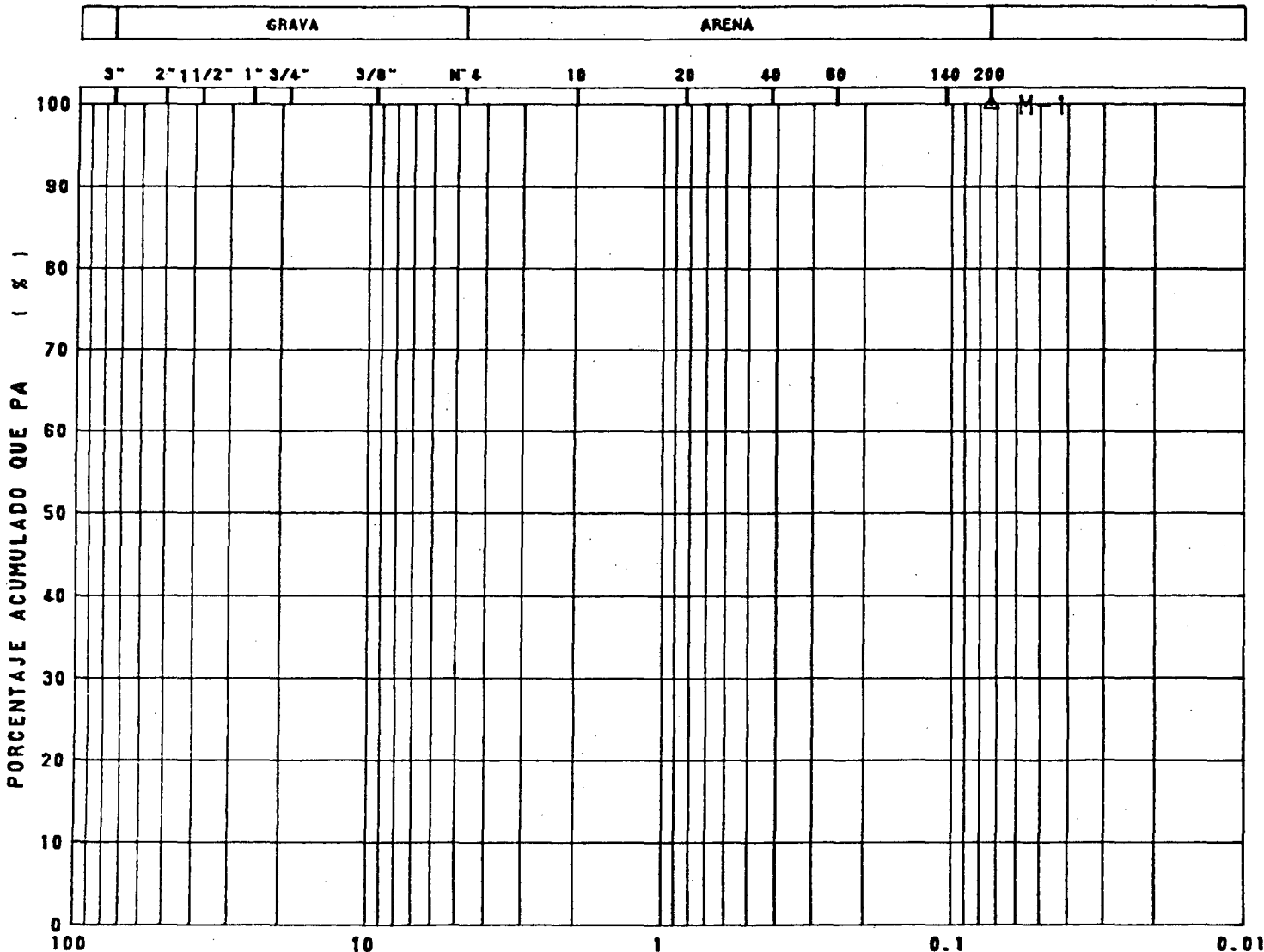


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994  
SONDAJE : C-15



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

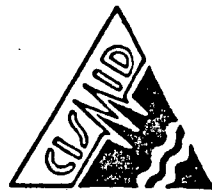
CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

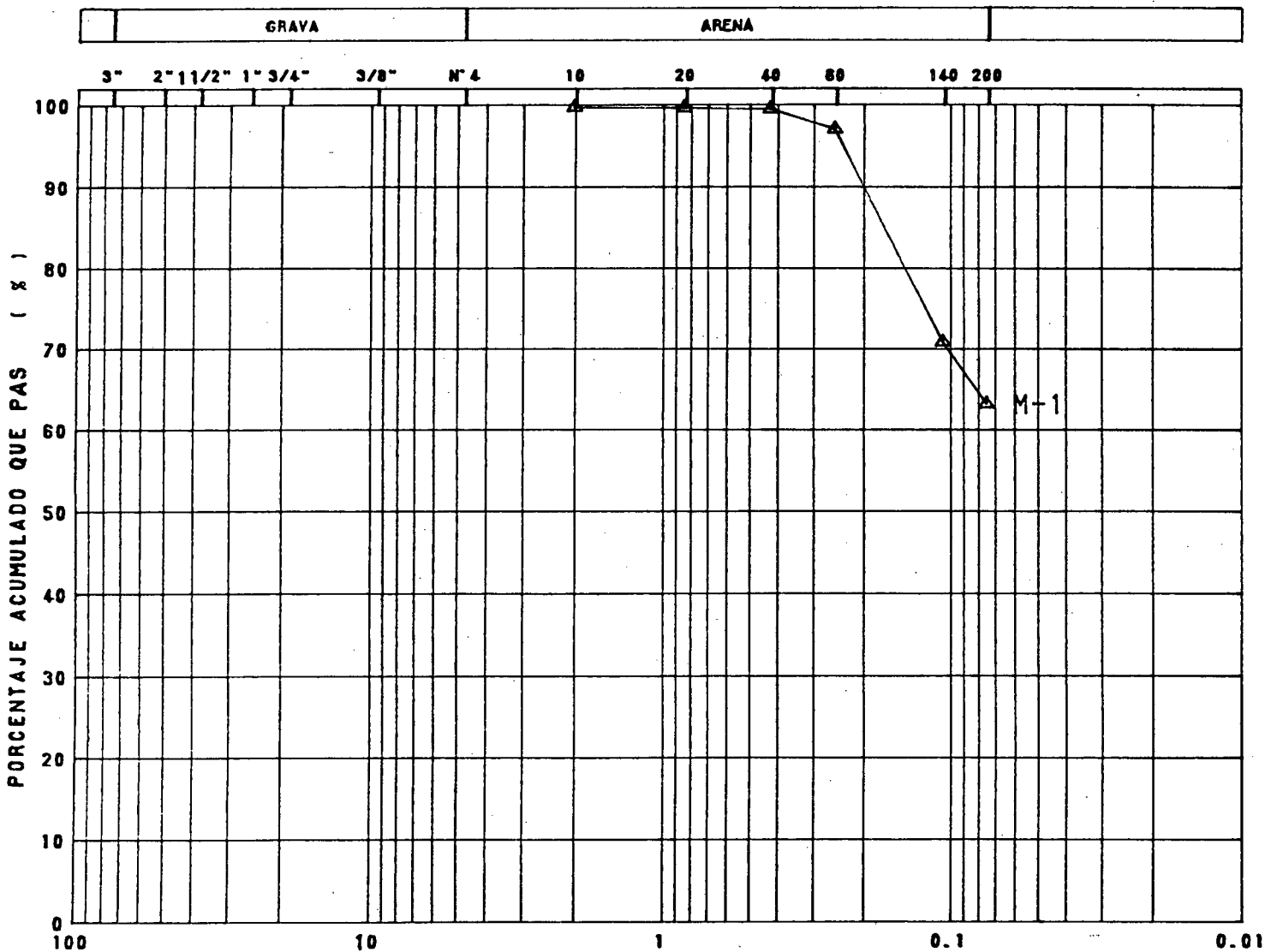


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : C-17



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487







UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

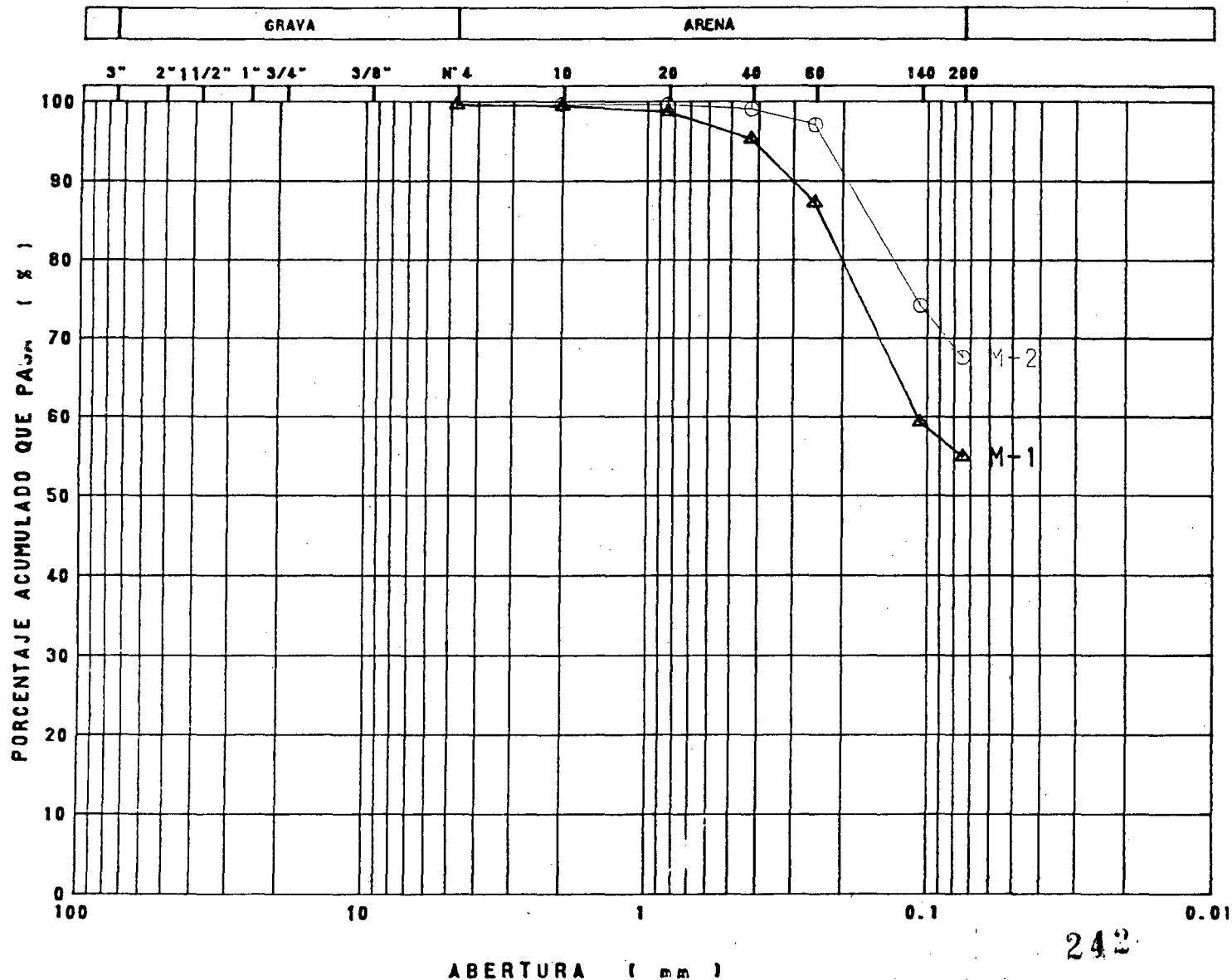


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : C-18



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487



#### **S.1.4.- RESUMEN GRANULOMETRICO**

## RESUMEN GRANULOMETRICO (CALICATAS )

Sondaje	Muest.	Profun	Grava %				Arena %				Fin. %
			Gg	Gm	Gf	GT	Ag	Am	Af	AT	Fn
C-1	MI-1	0.0-2.3	-	-	-	-	-	0.3	19.0	19.3	80.7
C-1	MI-2	2.3-4.2	-	-	-	-	-	0.3	63.0	63.3	36.7
C-1	M-1	4.2-5.0	-	-	-	-	-	0.2	72.4	72.6	27.4
C-2	M-1	0.0-3.3	-	-	-	-	-	1.2	41.0	42.2	57.8
C-2	M-2	3.3-4.0	63.8	6.4	1.3	71.5	1.0	3.4	13.5	17.9	10.6
C-3	M-1	1.5-3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
C-3	M-2	3.5-4.0	-	-	-	-	-	4.1	67.7	71.8	28.2
C-4	M-1	0.9-3.0	-	-	-	-	-	0.4	40.4	40.8	59.2
C-4	M-2	3.0-3.5	-	-	-	-	-	0.3	68.3	68.6	31.4
C-5	M-1	0.2-2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
C-5	M-2	2.3-4.0	-	-	-	-	0.6	13.9	38.9	53.4	46.6
C-6	MI-1	0.2-2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
C-6	M-1	2.0-3.5	-	-	-	-	-	0.4	4.6	5.0	95.0
C-7	M-1	0.0-3.4	-	-	-	-	-	0.2	10.0	10.2	89.8
C-7	M-2	3.4-4.0	50.1	13.6	8.1	71.8	5.6	9.9	8.5	24.0	4.2
C-8	M-1	1.0-3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
C-9	M-1	0.3-1.8	-	-	-	-	-	0.2	15.3	15.5	84.5
C-10	M-1	0.2-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
C-10	M-2	1.0-2.4	-	-	-	-	-	0.2	33.1	33.3	66.7
C-10	M-3	2.4-3.5	-	-	-	-	-	0.4	58.2	58.6	41.4
C-13	M-1	0.9-1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
C-14	M-1	0.0-3.2	-	-	-	-	-	0.2	42.9	43.1	56.9
C-15	M-1	0.0-2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
C-17	M-1	1.2-3.1	-	-	-	-	-	0.2	36.3	36.5	63.5
C-18	M-1	0.0-0.6	-	-	-	-	0.2	4.2	40.4	44.8	55.2
C-18	M-2	0.6-1.6	-	-	-	-	-	0.6	31.6	32.2	67.8

Donde

Gg : Grava grande  
 Gm : Grava mediana  
 Gf : Grava fina  
 GT : Grava Total

Ag : Arena grande  
 Am : Arena mediana  
 Af : Arena fina  
 AT : Arena Total

Fn : Finos

**S.2.0.- POSTEADORA MANUAL**

## **S.2.1.- RESUMEN DE ENSAYOS ESTANDAR**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



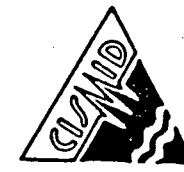
SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio, 1994

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°(POSTEADORA)	P-1	P-1	P-2	P-2	P-3	P-3	P-4	P-4	P-5	P-6	
Muestra	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-1	
Profundidad (m)	0.20-0.90	0.90-3.70	0.00-0.20	0.20-2.65	0.00-0.50	0.50-3.65	0.20-4.75	4.75-5.15	0.65-1.50	0.20-1.40	
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA MALLA DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"	3"										
	2"										
	1 1/2"										
	1"										
	3/4"										
	3/8"		100.0						100.0		
	N° 4		98.6	100.0		100.0			98.5		
	N° 10		98.0	99.3		99.3		100.0	97.0		
	N° 20		92.9	99.1		98.5		100.0	98.7	94.9	
	N° 40		76.9	98.6		96.8		99.0	77.8	90.7	
	N° 60		53.2	97.4		94.2		92.6	50.6	75.0	
	N° 140		36.8	88.3		84.1		68.9	35.6	48.1	
N° 200	100.0	35.1	84.0	100.0	81.4	100.0	62.9	33.3	45.1	100.0	
LIMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	54.5	36.2	36.8	114.5	43.9	46.8	43.0	28.5	28.6	74.0
	L.P.	27.7	27.1	22.3	40.2	24.2	21.4	21.1	17.5	18.0	33.5
	I.P.	26.8	9.1	14.5	74.3	19.6	25.5	21.9	10.9	10.6	40.5
	L.C.	9.9	-	-	16.2	-	-	-	-	-	13.5
HUMEDAD NATURAL (%)	28.6	28.3	21.5	47.8	24.2	25.3	25.1	23.9	19.1	49.1	
CLASIFICACION (SUCS)	CH	SM	CL	CH	CL	CL	CL	SC	SC	CH	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°(POSTEADORA)	P-6	P-6	P-7	P-9	P-9	P-10	P-10	P-11	P-11	P-12	
Muestra	M-2	M-3	M-1	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	M-2	M-1	
Profundidad (m)	1.40-2.80	2.80-3.45	4.80-5.30	0.55-1.60	1.60-1.80	2.00-4.00	4.00-4.50	0.20-1.50	1.50-3.00	0.00-3.50	
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA MALLA DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"	3"										
	2"										
	1 1/2"										
	1"										
	3/4"			100.0							
	3/8"			92.2							
	N°4			84.3							
	N°10	100.0	100.0	82.8				100.0		100.0	
	N°20	99.9	99.9	76.5		100.0		99.8		99.2	
	N°40	99.8	99.1	53.9		99.9		99.4	100.0	98.2	
	N°60	99.2	81.0	34.5		99.5		99.2	98.6	96.8	
	N°140	85.6	26.1	25.0		97.1		98.4	73.5	71.1	
N°200	76.2	18.9	23.2	100.0	95.2	100.0	98.1	61.3	60.9	100.0	
LIMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	30.5	17.7	23.8	82.0	55.8	68.8	60.3	29.5	39.2	47.7
	L.P.	NP	NP	NP	49.8	31.8	37.2	32.4	NP	22.5	28.1
	I.P.	NP	NP	NP	32.2	24.1	31.6	27.9	NP	16.7	19.6
	L.C.	-	-	-	17.3	17.2	16.2	13.9	-	-	-
HUMEDAD NATURAL (%)	20.4	21.2	16.8	43.8	26.4	55.1	37.1	22.7	21.4	53.4	
CLASIFICACION (SUCS)	ML	SM	SM	MH	MH	MH	MH	ML	CL	ML	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
 FECHA : Junio. 1994

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Pozo N°(POSTEADORA)		P-13	P-14	P-14								
Muestra		M-1	M-1	M-2								
Profundidad (m)		3.00-3.50	0.50-2.00	2.00-2.50								
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA MALLA DE PORCION DE MATERIAL MENOR DE 3"	3"											
	2"											
	1 1/2"											
	1"											
	3/4"											
	3/8"											
	N° 4	100.0										
	N° 10	99.6	100.0	100.0								
	N° 20	99.2	99.7	99.5								
	N° 40	98.4	99.3	97.8								
	N° 60	92.8	95.8	81.6								
	N° 140	56.7	85.4	34.1								
N° 200	49.5	79.5	29.9									
LIMITES DE CONSISTENCIA	L.L.	28.4	35.3	21.0								
	L.P.	22.0	21.0	NP								
	I.P.	6.4	14.3	NP								
	L.C.	-	-	-								
HUMEDAD NATURAL (%)		28.4	29.4	17.8								
CLASIFICACION (SUCS)		SM-SC	CL	SM								



## **S.2.2.- REGISTROS DE SONDAJES**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** P-1  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 1.30 mt

PROF. (mt)	FUNDAMENTO (mt)	MUESTRA	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D.N. (gr/ea3)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50
0.20	0.20	S/M				OH	Arcilla organica de alta plasticidad marron oscuro. Presencia de raices.							
0.93	0.70	M-1		28.6		CH	Arcilla de alta plasticidad. Color marron con manchas grises. Rigida. Humeda. LL=54.5% IP=26.8% LC=9.9%							
3.70	2.80	M-2		28.3		SM	Arena limosa mal graduada de grano medio. Color rojizo con manchas marron claro. Densidad media. 1.4% de gravilla T.M. 3/8" y 35.1% de finos de mediana plasticidad. LL=36.2% IP=9.1%							
4.00	0.30	S/M				SW	Arena graduada. Color marron. Humeda Densa. Presencia de gravillas T.M. 1"							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** P-2  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 2.65 mt

P. PROF. (mt)	ESTRATO PROFUNDIDAD (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA SOLUCION A	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D.N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H.N. (%)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N.				
								0	10	20	30	40	50	
0.30	0.30	M-1		21.5		CL	Arcilla de mediana plasticidad. Color marron oscuro. Presencia de raices. 16% de arena fina. LL=36.8% IP=14.5%							
2.65	2.35	M-2		47.8		CH	Arcilla de alta plasticidad de color blanco humo con manchas rojas. Rigida. Muy humeda. LL=114.5% IP=74.3% LC=16.2%							
3.00	0.35	S/M				SM	Arena bien graduada. Con pocos finos arcillosos. Gravilla en poca cantidad							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



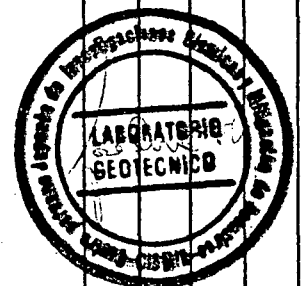
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** P-3  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 1.50 mt

PROF. (mt)	ESTRATO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		S O G R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D.N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
								0	10	20	30	40	50	
0.50		M-1		24.2		CL	Arcilla plastica. Color marron oscuro. Humeda. Blanda. 18.6% de arena fina. LL=43.9% IP=19.6%							
	3.65	M-2		25.3		CL	Arcilla plastica. Color plomizo-blanco humo. Rigida. Humeda. LL=46.8% IP=25.5%							
	3.65													
	0.35	S/M				SW	Arena bien graduada. Pocos finos arcillosos. Gravillas en poca cantidad							
4.00														





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : P-4  
**FECHA** : Mayo, 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F.** : 1.50 mt

P. PROF. (mt)	MUESTRA (mt)	MUESTRA (mt)	OBTENIDAS MUESTRAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
				D.N. (gr/oa3)	H.N. (X)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50	
0.20			S/M				CL	Arcilla de mediana plasticidad. Color marron oscuro. (Similar a P-2. M-1).							
	4.75		M-1		25.1		CL	Arcilla arenosa plastica. Color gris -blanco humo. Rigida. 37.1% de arena fina. LL=43.0% IP=21.9%							
4.75															





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : P-4  
 FECHA : Mayo, 1994  
 OPERADOR : R. Paredes

TIPO DE SONDAJE : POSTEADORA MANUAL  
 PROFUNDIDAD N.F. : 1.50 mt

ALCANTARILLADO (mt)	ESTRATO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		S O G R A F I C A	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N. (gr/ea3)	H.N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
									0	10	20	30	40	50	
5.15	0.40	M-2		23.9		SC	Arena arcillosa de grano medio. Color gris cemento. Densa. Humeda. 33.3% de finos arcillosos de mediana plasticidad. LL=28.5% IP=10.9%								
5.50	0.35	S/M				GM	Grava con matriz areno limosa. Con gravas T.M. 3/4" y arena gruesa.								





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



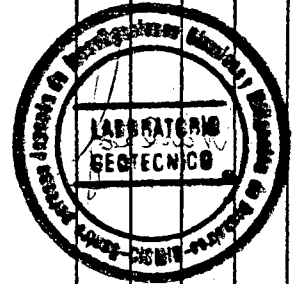
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : P-5  
**FECHA** : Mayo, 1994  
**OPERADOR** : R. paredes

**TIPO DE SONDAJE** : POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F.** : 1.30 mt

PROF. (mt)	FUSILATO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		G R A F I C A G E O L O G I C A	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H. N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	G R A F I C A DE N				
									0	10	20	30	40	50
0.65	0.65	S/M					Bolleno. Arcilla contaminada. Color plomizo. Humeda.							
1.90	1.25	M-1		19.1		SC	Arena arcillosa de color gris oscuro 1.5% de grava T.M. 3/8". 45.1% de finos arcillosos de mediana plasticidad. LL=28.6% IP=10.6%							
4.00	2.10	S/M				SW	Arena bien graduada. Presencia de gravillas en poca cantidad.							





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - Laboratorio Geotécnico



REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : P-6  
 FECHA : Mayo, 1994  
 OPERADOR : R. Paredes

TIPO DE SONDAJE : POSTEADORA MANUAL  
 PROFUNDIDAD N.F. : N.A.

PROF. (mt)	PROFUNDIDAD (mt)	ESTRATO	OBTENIDAS MUESTRAS	PRUEBAS DE CAMPO		S G R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
				D.N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H.N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50	
0.20	0.20	S/M					CL	Arcilla de mediana plasticidad. Color marron oscuro. Presencia de raices. (Similar P=2, M=1).							
	1.20	M-1		49.1			CH	Arcilla de alta plasticidad de color gris verdoso con matices rojizas. Rigida. LL=74% IP=40.5% LC=13.5%							
	0.60	M-2		20.4			ML	Limo arenoso no plastico. Color gris verdoso. Rigido. Humedo. 23.8% de arena fina. LL=30.5%							
	1.45	M-3		21.2			SM	Arena limosa no plastico mal graduada. Color gris. Suelta. Saturada. 18.0% de finos. LL=17.7%							







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : P-7  
**FECHA** : Mayo. 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F.** : N.A.

PROF. (m)	PROF. FONDO (m)	OBTENIDAS MUESTRAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR					
			D. N. (gr/ea3)	H. N. (X)				PROF. (m)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N			
								0	10	20	30	40	50
0.20	0.20	S/M				CL	Arcilla de mediana plasticidad. Color marron oscuro. (Similar a P-2, M-1).						
	4.10	S/M				CH	Arcilla de alta plasticidad de color gris verdoso con manchas rojizas. Rigida. (Similar a P-6 M-1)						
4.30						ML	Limo arenoso no plastico. Color gris verdoso. Rigido. Muy humedo. (Similar a P-6 M-2)						
4.80	0.50	S/M				SM	Arena limosa. Color gris. Con 15.7% de grava T.M. 3/8" y 23.2% de finos plasticos. LL=23.8%						





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



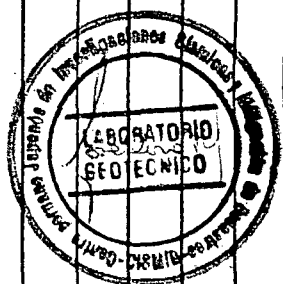
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : P-8  
**FECHA** : Mayo. 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F.** : 0.30 mt

PROF. (mt)	FUNDAMENTO (mt)	MUESTRA OBTENIDA	PRUEBAS DE CAMPO		S G R A F I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D. N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H. N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N					
									0	10	20	30	40	50	
	4.50	S/M				CL	Arcilla arenosa. Color marron oscuro Saturado. Presencia de raices 15%. (Zona Agricola)								
4.50															
	0.50	S/M				OH	Arcilla organica. Color gris oscuro.								
5.00															





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



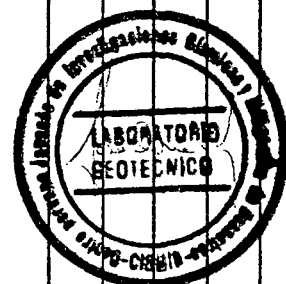
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN GONDON  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : P-9  
**FECHA** : Mayo, 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F.** : N.A.

P. PROF. (mt)	F. PROF. (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		S. GRAFICA	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/ea3)	H. N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50
0.55	0.55	S/M				OH	Arcilla organica de alta plasticidad. Color marron oscuro. Presencia de raices en un 60%. Rigida.							
1.60	1.45	M-1		43.8		Mh	Lim. altamente compresible. Color gris con manchas rojizas. LL=22% IP=32.2% LC=17.3%							
2.00		M-2		26.4		MH	Limo altamente compresible. Color rojizo con manchas plomas. 4.8% de arena fina. LL=55.6% IP=24.1% LC=17.2%							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



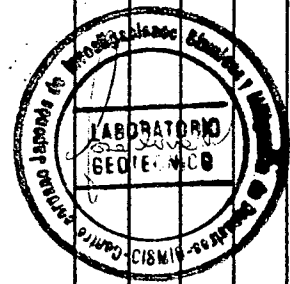
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : P-10  
**FECHA** : Mayo. 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F.** : 0.40 mt

P. PROF. (mt)	MUESTREO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		G R A F I C A G E O T E C N I C A	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/ea3)	H. N. (%)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	G R A F I C A DE N				
								0	10	20	30	40	50	
2.00	2.00	S/M			[Diagrama de perfil de suelo]	OH	Arcilla organica de alta plasticidad Color marron oscuro. Saturado. (Similar a P-9 S/M)							
4.00	3.00	M-1		55.1	[Diagrama de perfil de suelo]	MH	Limo altamente compresible. Color plomo oscuro. Saturado. LL=68.8% IP=31.6% LC=16.2%							
5.00		M-2		37.1	[Diagrama de perfil de suelo]	MH	Limo altamente compresible. Color rojo-naranja. Humedo. Con 1.9% de arena fina. LL=60.3% IP=27.9% LC=13.9%							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : P-11  
**FECHA** : Mayo, 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F.** : 1.40 mt

P. PROF. (mt)	MONTAJE (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		G R A F I C A G E O L O G I C A	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR							
			D.N. (gr/ea3)	H.N. (%)				P. PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	G R A F I C A DE N					
								0	10	20	30	40	50		
0.20	0.20	S/M				OH	Arcilla organica de alta plasticidad Marron oscuro. Presencia de raices. Rigida.								
1.50	1.30	M-1		22.7		ML	Limo arenoso no plastico. Color mar- rron. Semi-duro. Saturado. 38.7% de arena fina. LL=29.5%								
3.00	1.50	M-2		21.4		CL	Arcilla arenosa de mediana plastici- dad. Color marron oscuro con manchas naranjas. Blanda. Con 39.1% de arena LL=39.2% IP=16.7%								





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



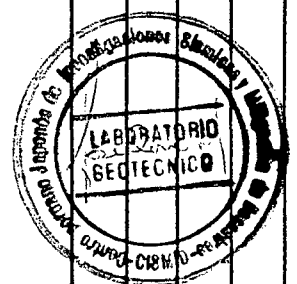
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : P-12  
**FECHA** : Mayo, 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F.** : +0.20 mt

PROF. (mt)	ESTRATIGRAFIA (mt)	OBTENIDAS MUESTRAS	PRUEBAS DE CAMPO		S O G R A F I C A	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D.N. (gr/oa3)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50
	3.50	M-1		53.4		ML	Limo compresible. Color marron oscuro. Saturado. Presencia de raices. LL=47.7% IP=19.6%							
3.50														





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN GOMEZ  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : P-13  
**FECHA** : Mayo. 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F.** : +0.20 mt

PROF. (mt)	MUESTRA (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA SOMBRADA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D. N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H. N. (%)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50
3.00	3.00	S/M			[Dotted pattern]	ML	Limo compresible. Color marron oscuro. Saturado. presencia de raices. (Similar a P-12 M-1)							
3.50	0.50	M-1		28.4	[Dotted pattern]	SM-Sc	Arena arcillosa-limosa mal graduada de mediana plasticidad. Color marron oscuro. Muy blanda. Saturada. 50.5% de arena y 49.5% de finos. LL=28.6% IP=6.4%							





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** P-14  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 0.00 m.

PROF. (m)	EXPLORACION (m)	EXTRATO (m)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA SOMOLOGICA	CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
				D.N. (gr/cm <sup>3</sup> )	H.N. (%)				PROF. (m)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
									0	10	20	30	40	50	
0.50	0.50		S/M				OH	Arcilla organica de alta plasticidad. Color marron oscuro. Saturada.							
2.00	1.50		M-1		20.4		CI	Arcilla arenosa de mediana plasticidad. Color marron oscuro. Blanda. Saturada. 20.5% de arena fina. LL=35.5% IP=14.3%							
2.50	0.50		N-2		17.8		SM	Arena limosa no plastica. Color marron oscuro. De grano medio a fino. Poco densa. Saturada. 29.9% de finos LL=21.0%							







**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO** : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO** : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION** : REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE** : P-15  
**FECHA** : Mayo. 1994  
**OPERADOR** : R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE** : POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F.** : + 0.10 mt

ACQUIL. (mt)	LABORATORIO (mt)	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS DE CAMPO		GRAFICA SUCS	CLASIE (SUCS)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR						
			D.N. (gr/ea3)	H.N. (X)				PROF. (mt)	NUMERO DE GOLPES /PIE	GRAFICA DE N				
										0	10	20	30	40
	3.50	S/M				ML	Limo compresible. Color marron oscuro. Saturado. Presencia de raices. (Similar a P-12 M-1)							
3.50														





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CISMID - Laboratorio Geotécnico**



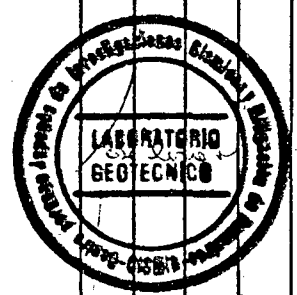
**REGISTRO DE SONDAJES**

**SOLICITADO :** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
**PROYECTO :** DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
**UBICACION :** REGION SAN MARTIN - RIOJA

**SONDAJE :** P-16  
**FECHA :** Mayo, 1994  
**OPERADOR :** R. Paredes

**TIPO DE SONDAJE :** POSTEADORA MANUAL  
**PROFUNDIDAD N.F. :** 0.10 mt

P R O F U N D. (m)	E S T A D O P R O F U N D A D O (m)	M U E S T R A S O B T E N I D A S	P R U E B A S D E C A M P O		G R A F I C A S T R A T I G I C A	C L A S I F. (SUCS)	D E S C R I P C I O N D E L M A T E R I A L	E N S A Y O D E P E N E T R A C I O N E S T A N D A R										
			D. N. (gr/aa3)	H. N. (%)				P R O F. (m)	N U M E R O D E G O L P E S / P I E	0	10	20	30	40	50			
1.00	1.00	S/M			[Dotted pattern]	CL	Arcilla arenosa de mediana plasticidad. Color marron oscuro. Blanda. Saturada. (Similar a P-14 M-1)											
3.30	3.30	S/M			[Dotted pattern]	ML	Limo compresible. Color marron oscuro. Saturado. Presencia de raices. (Similar a P-12 M-1)											
4.30																		



### **S.2.3.- ANALISIS GRANULOMETRICO**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

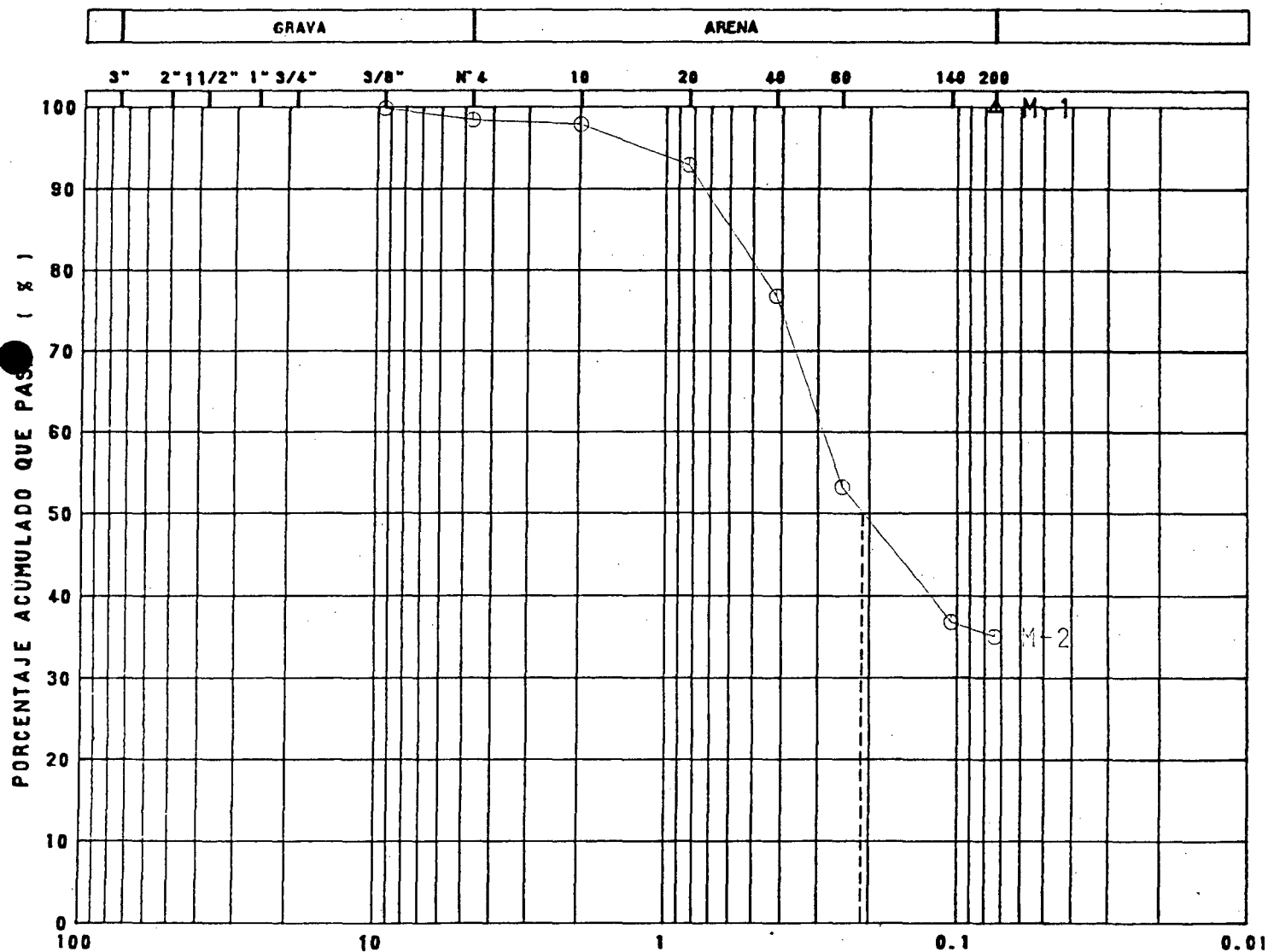


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994  
SONDAJE : P-1



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

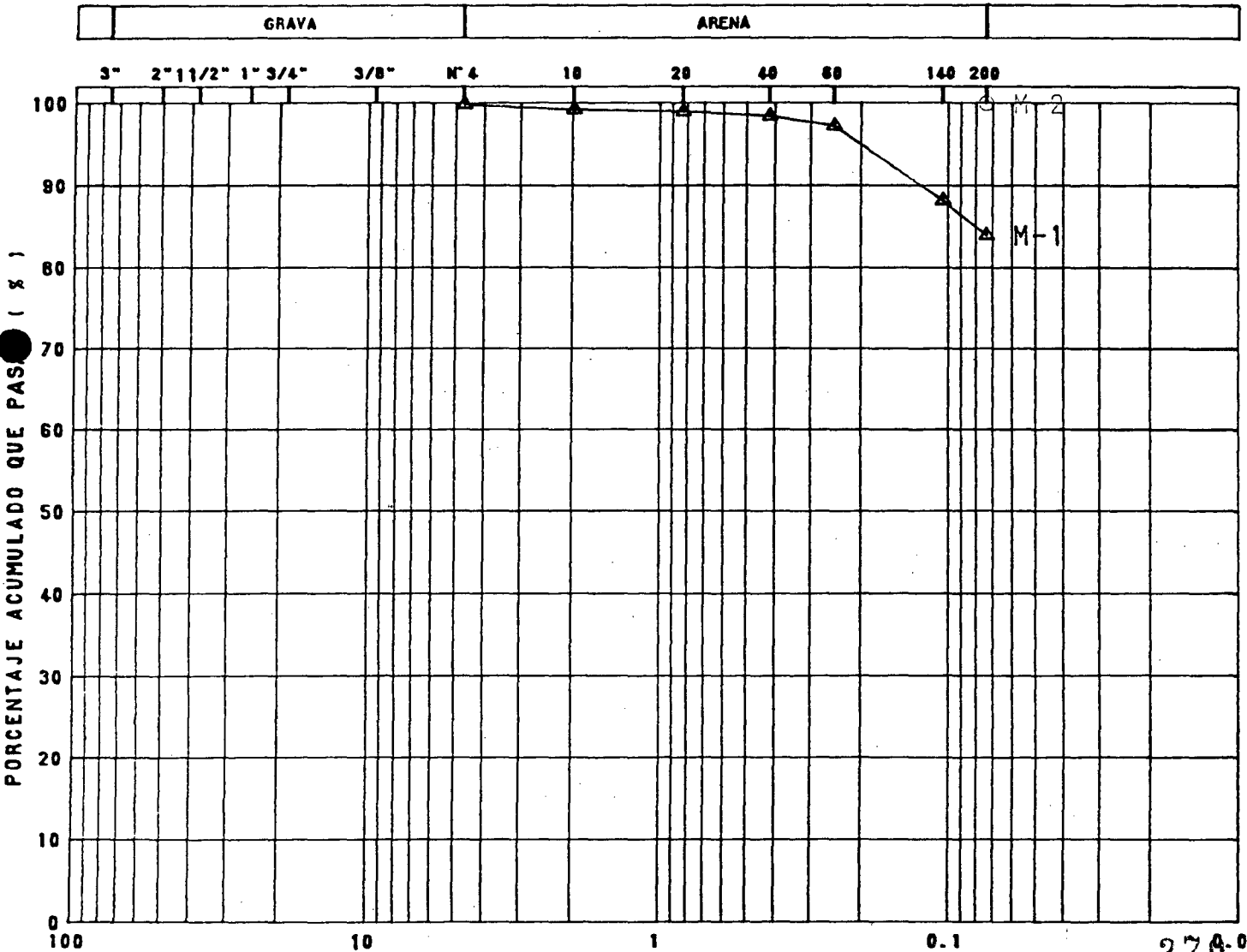


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994  
SONDAJE : P-2



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

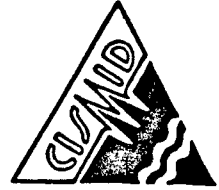
CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

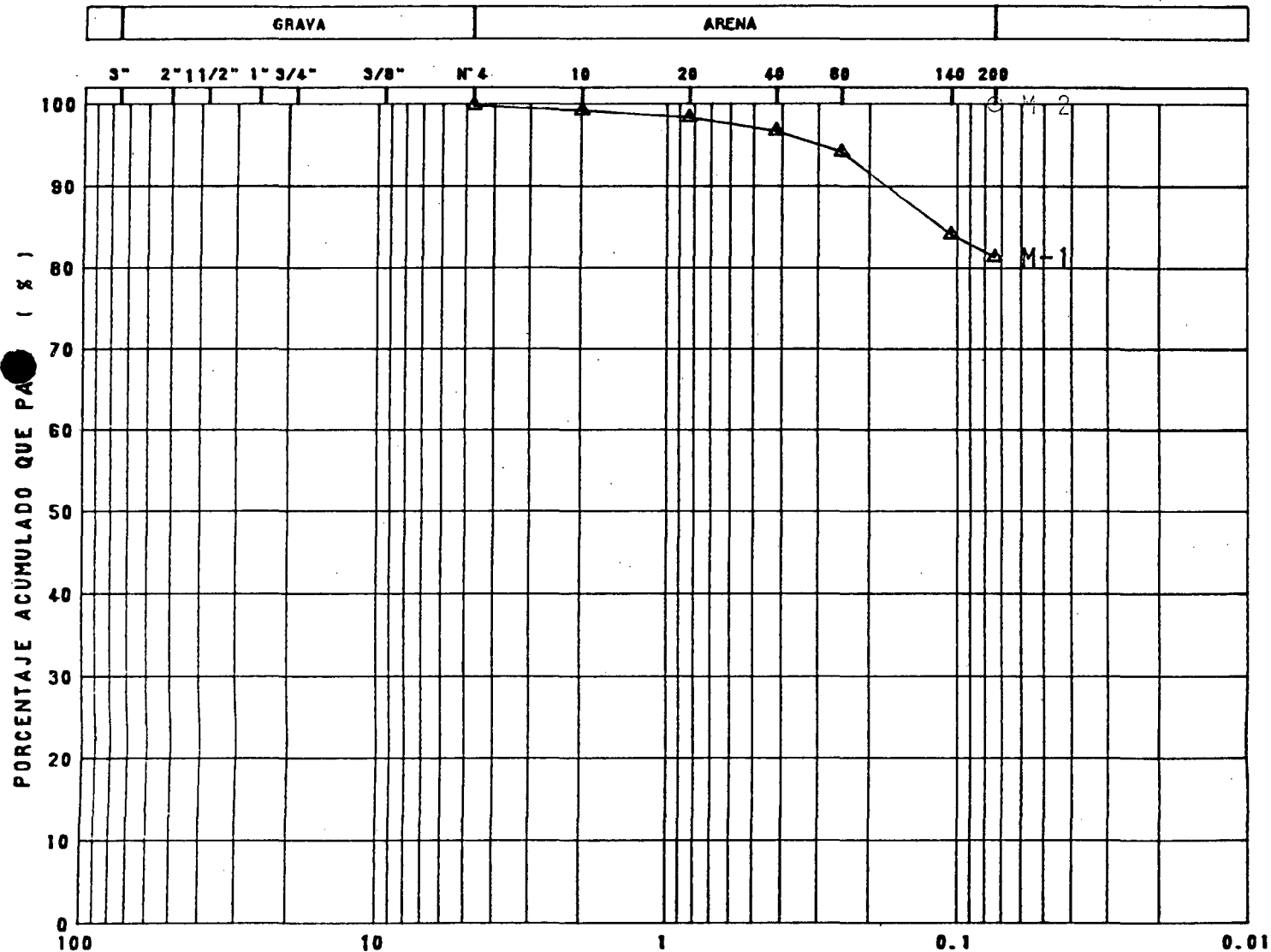


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : P-3



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

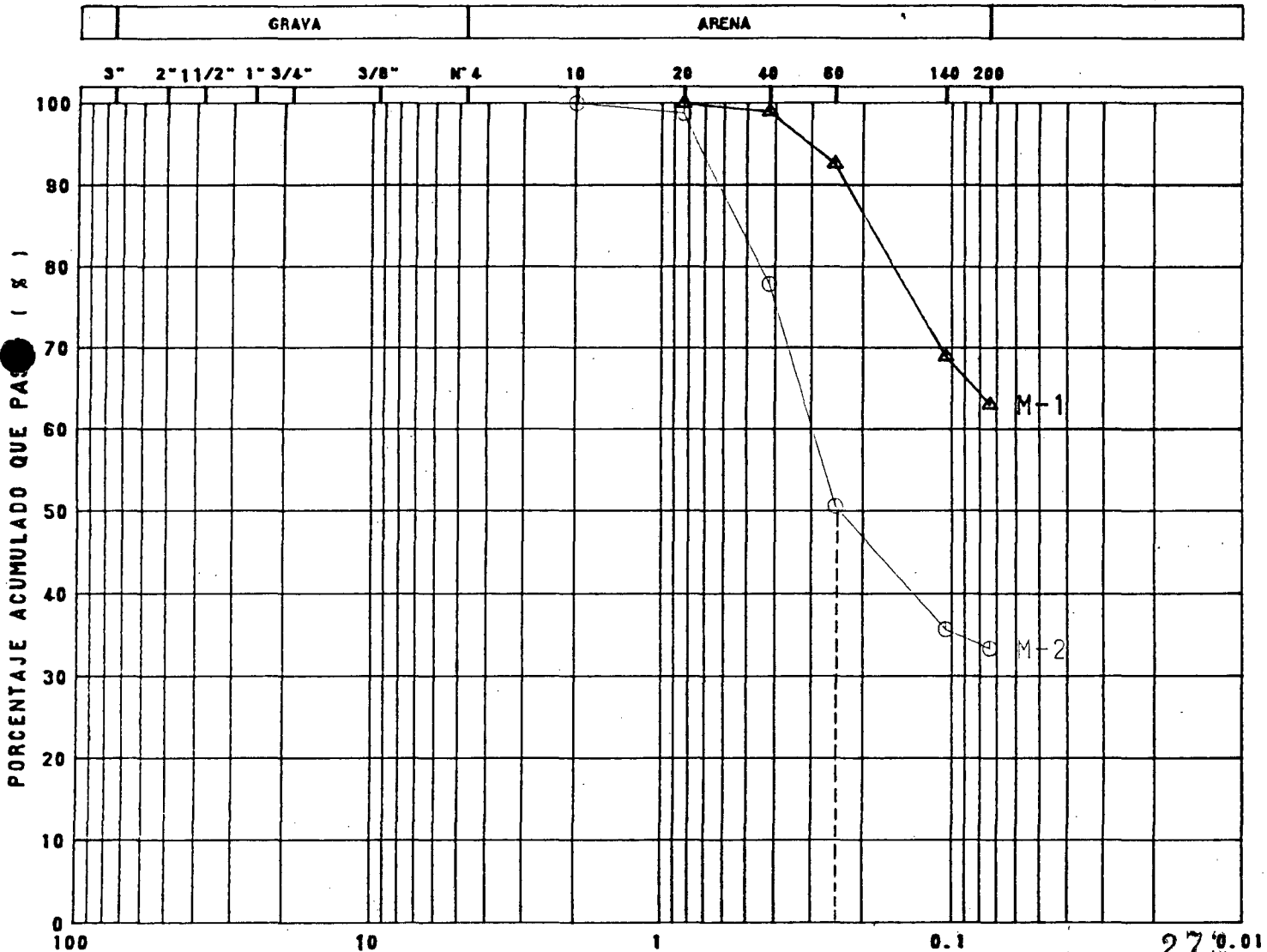


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994  
SONDAJE : P-4



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

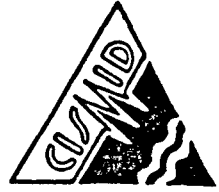
CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

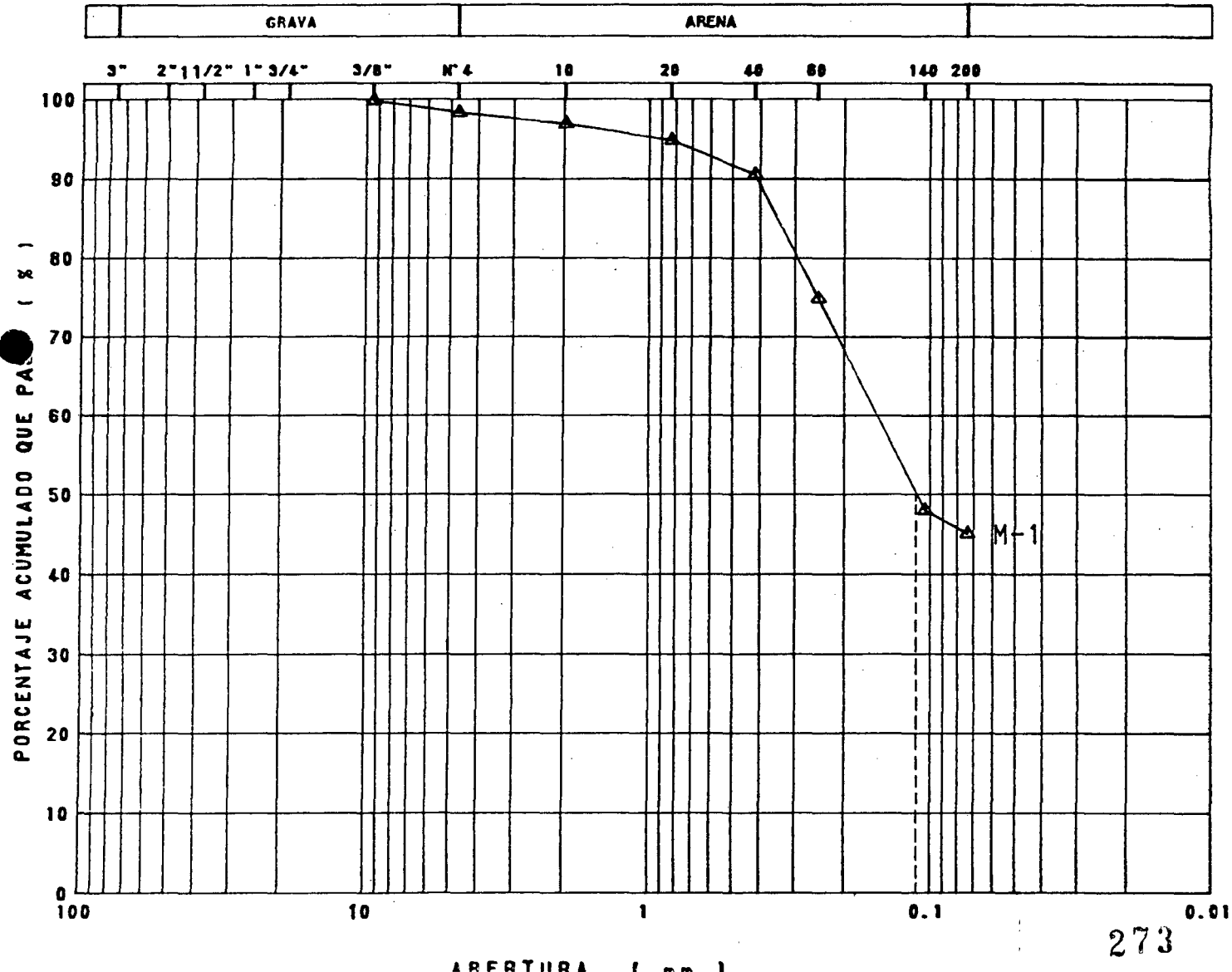


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : P-5



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487







UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

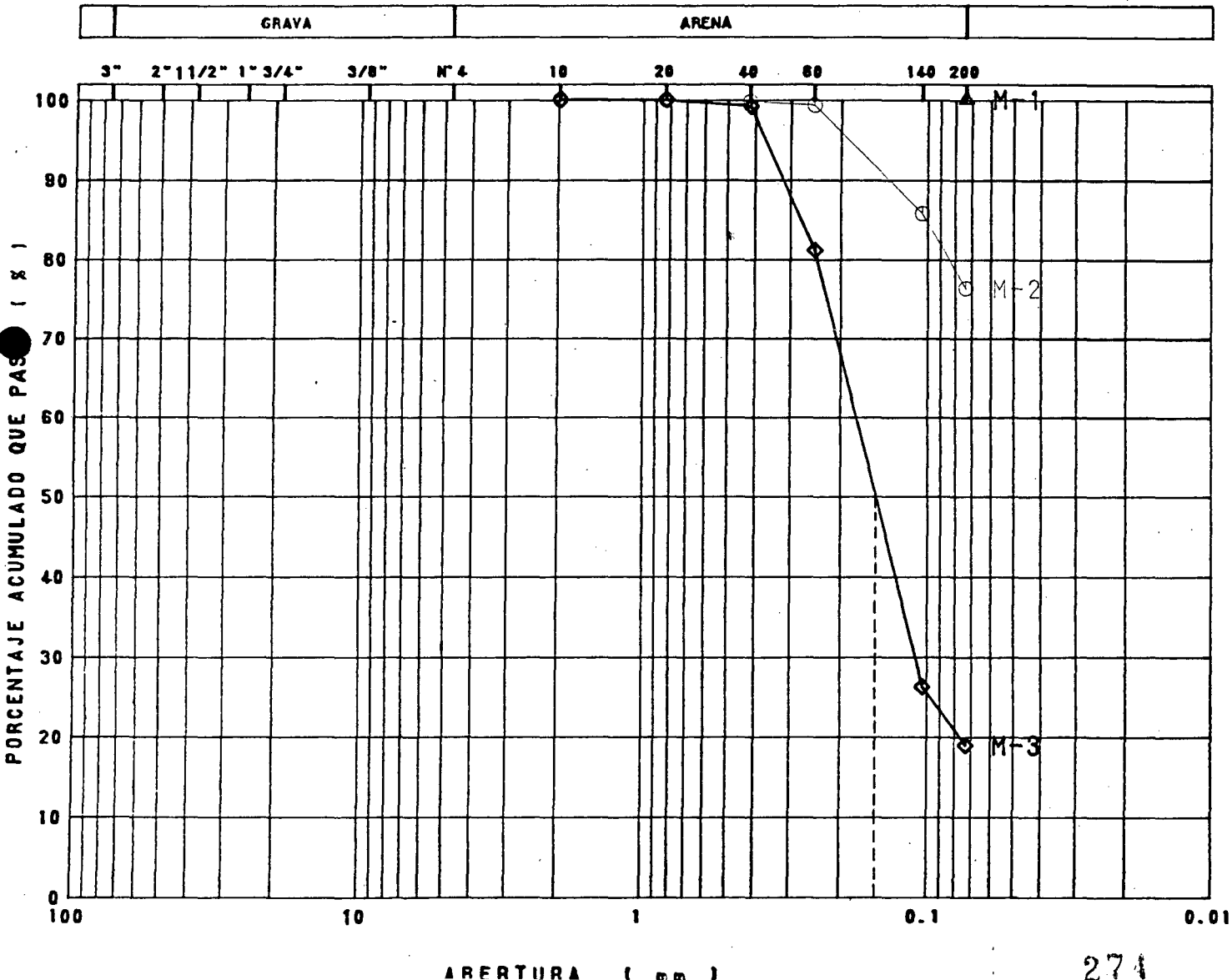


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : P-6



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

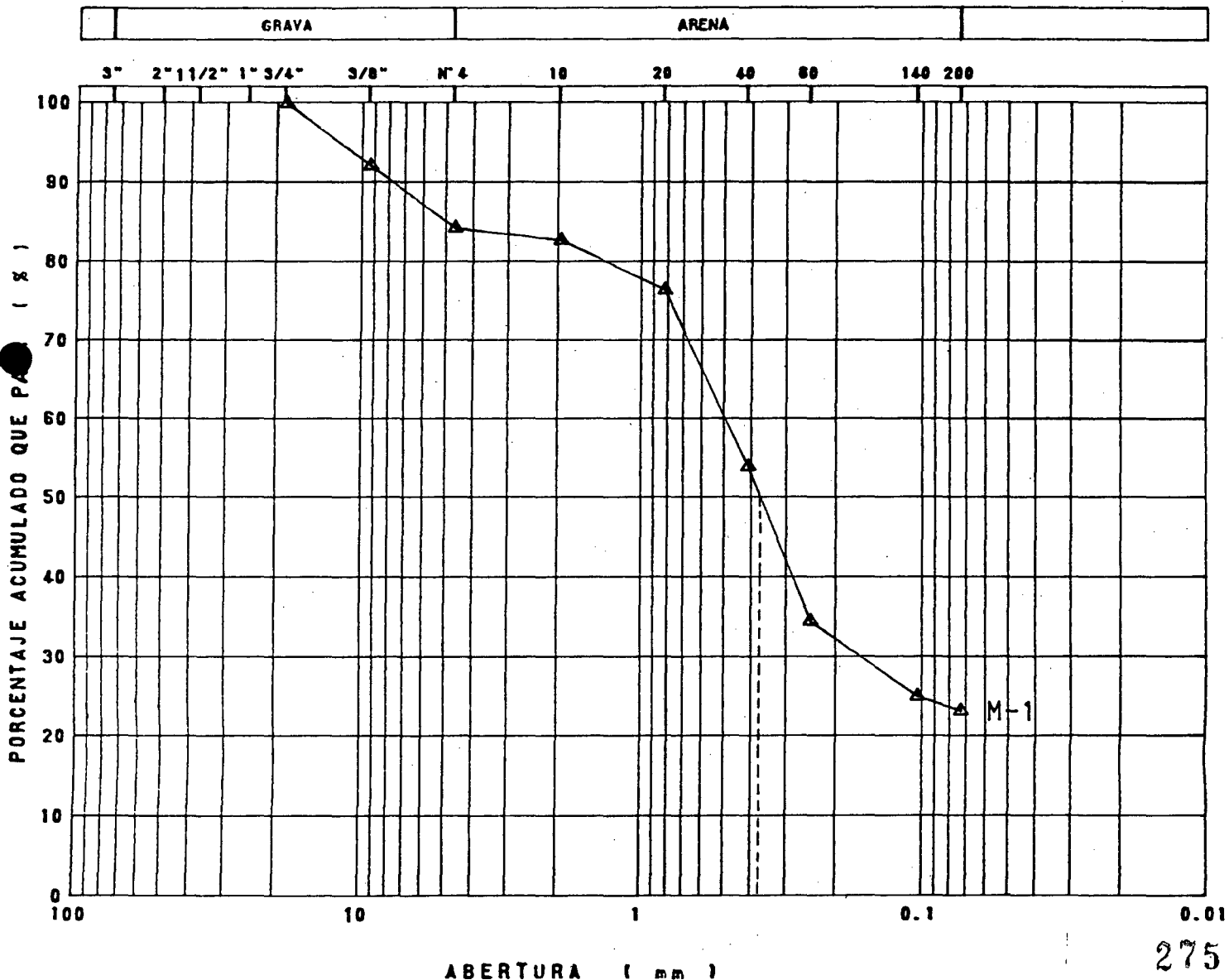


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994  
SONDAJE : P-7



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

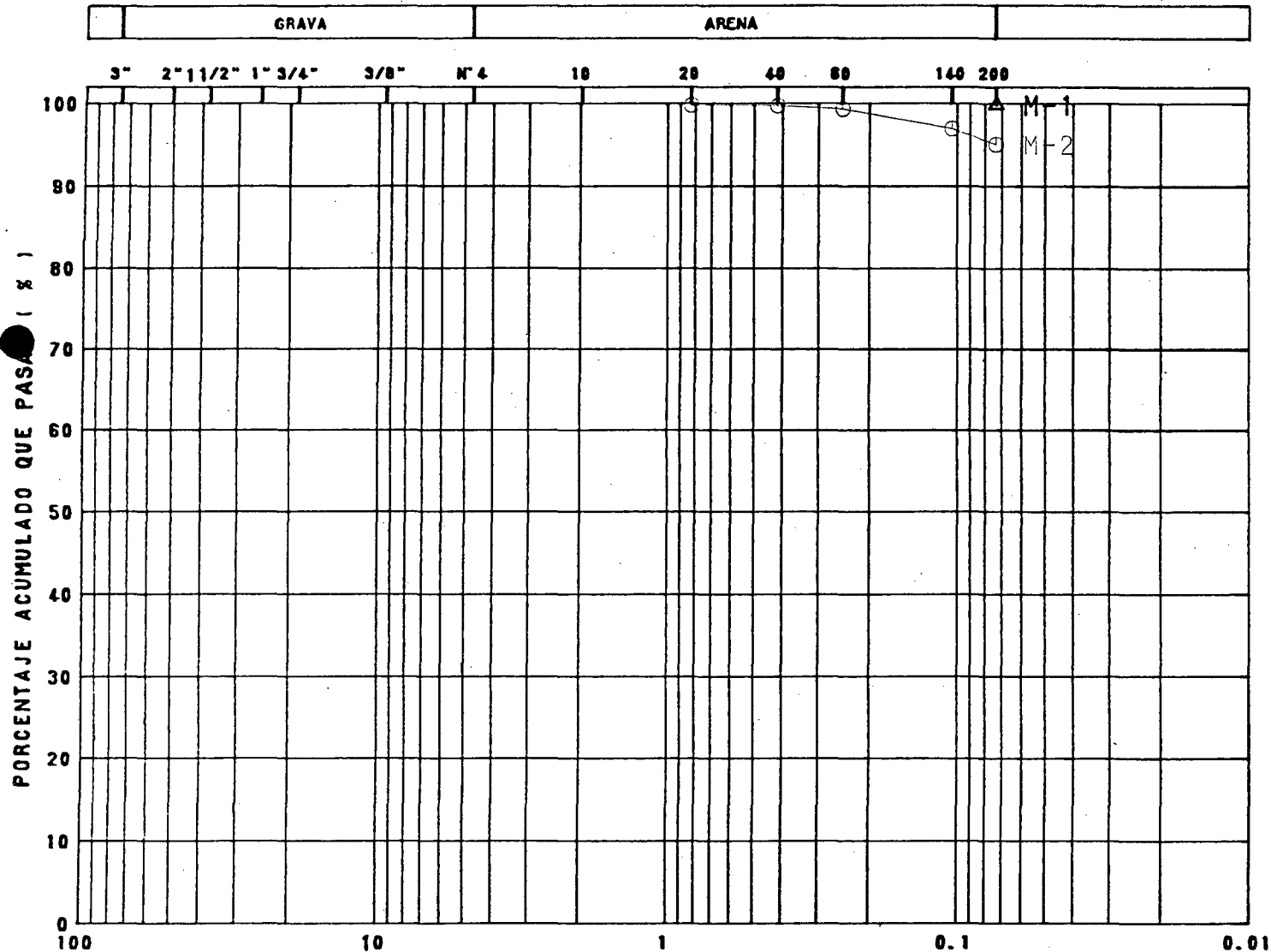


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994  
SONDAJE : P-8



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487



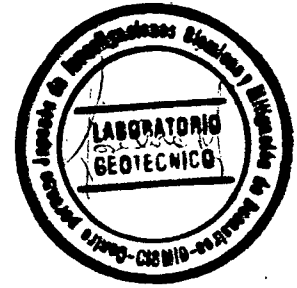


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

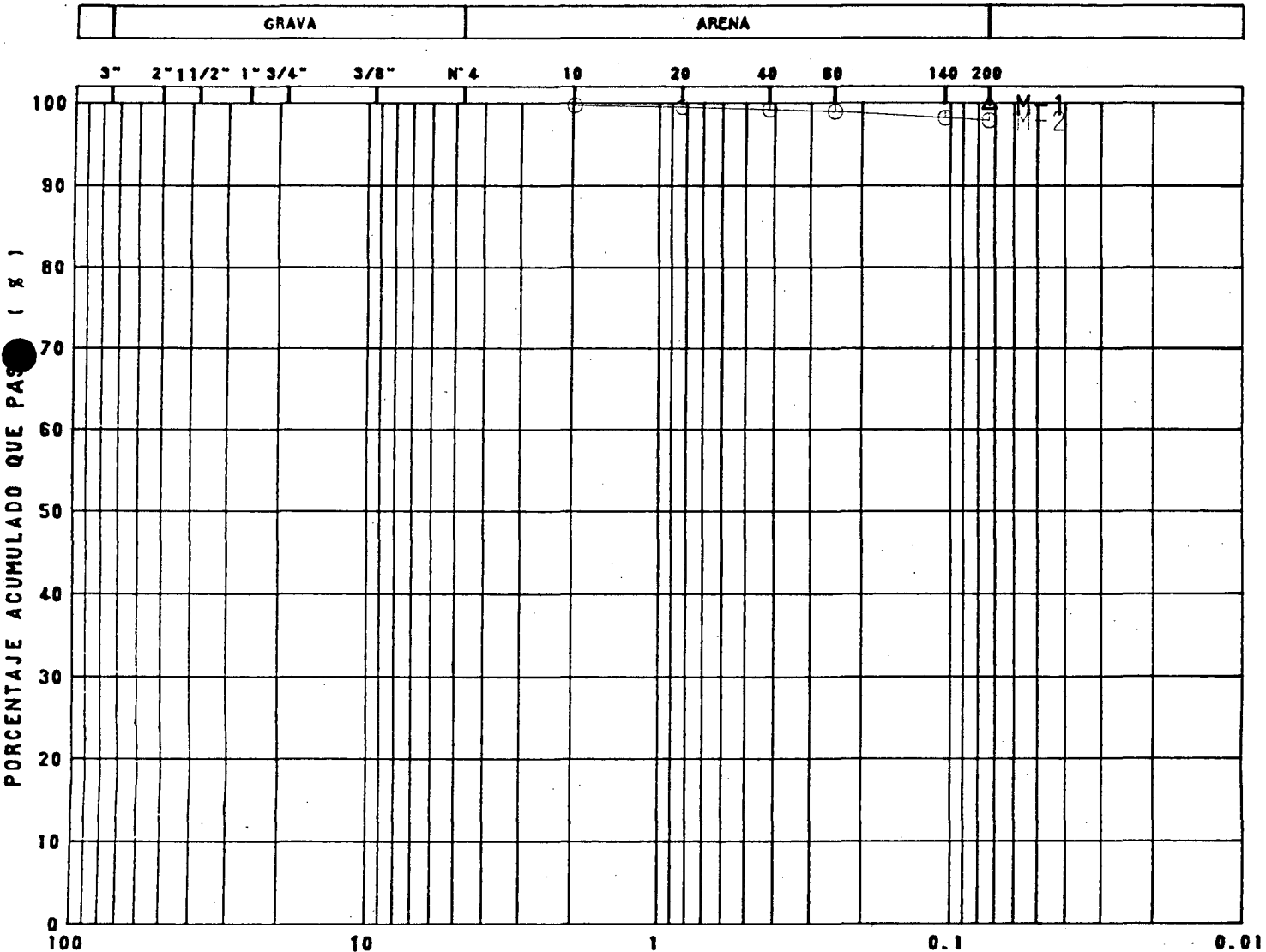


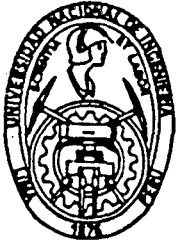
SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994  
SONDAJE : P-10



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

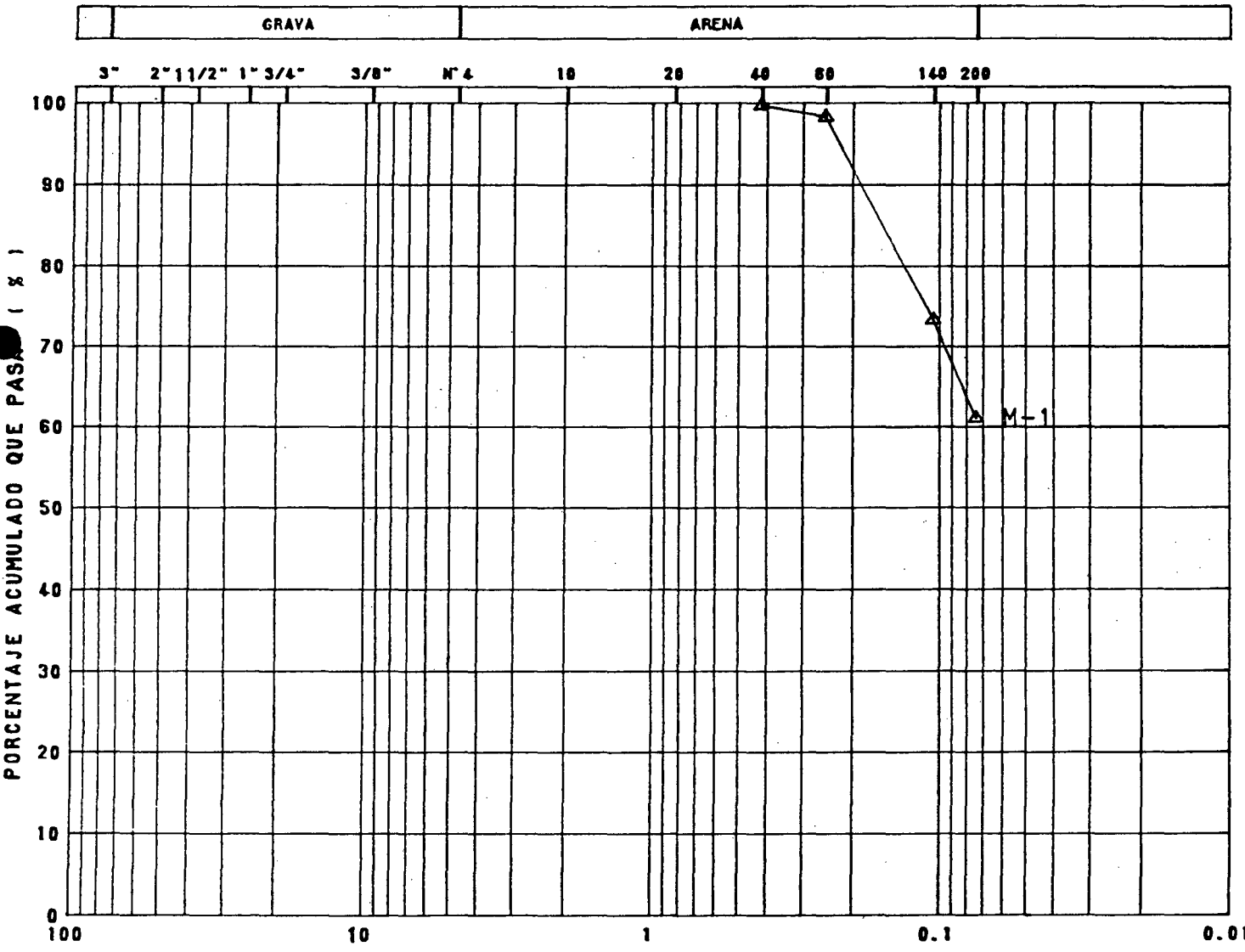


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : P-11



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

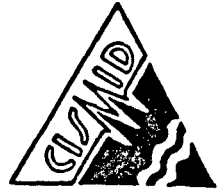
CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

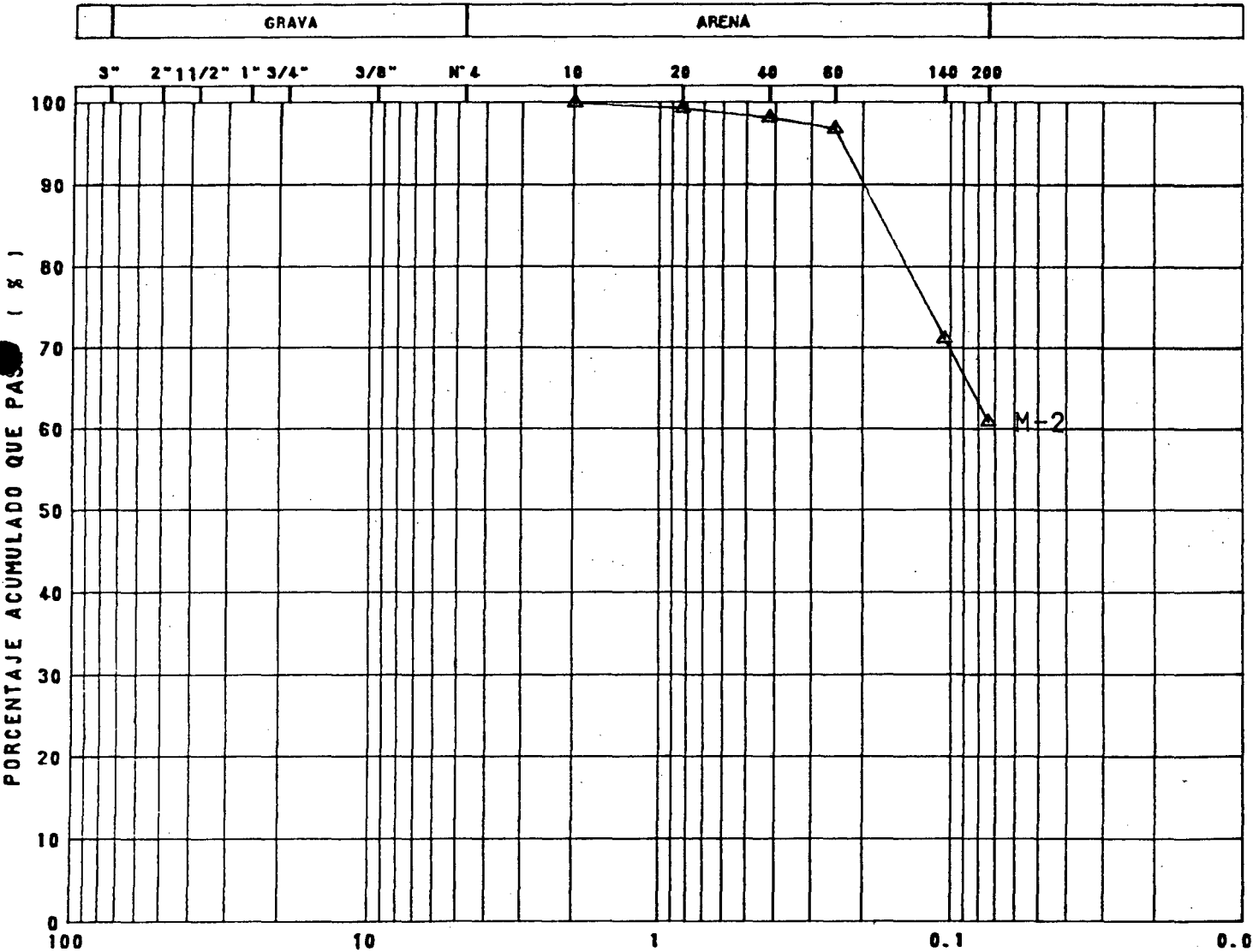


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994  
SONDAJE : P-11



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

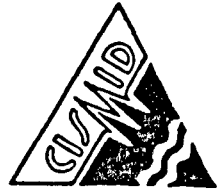
CLASIFICACION ASTM D2487





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO



SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1994  
SONDAJE : P-12

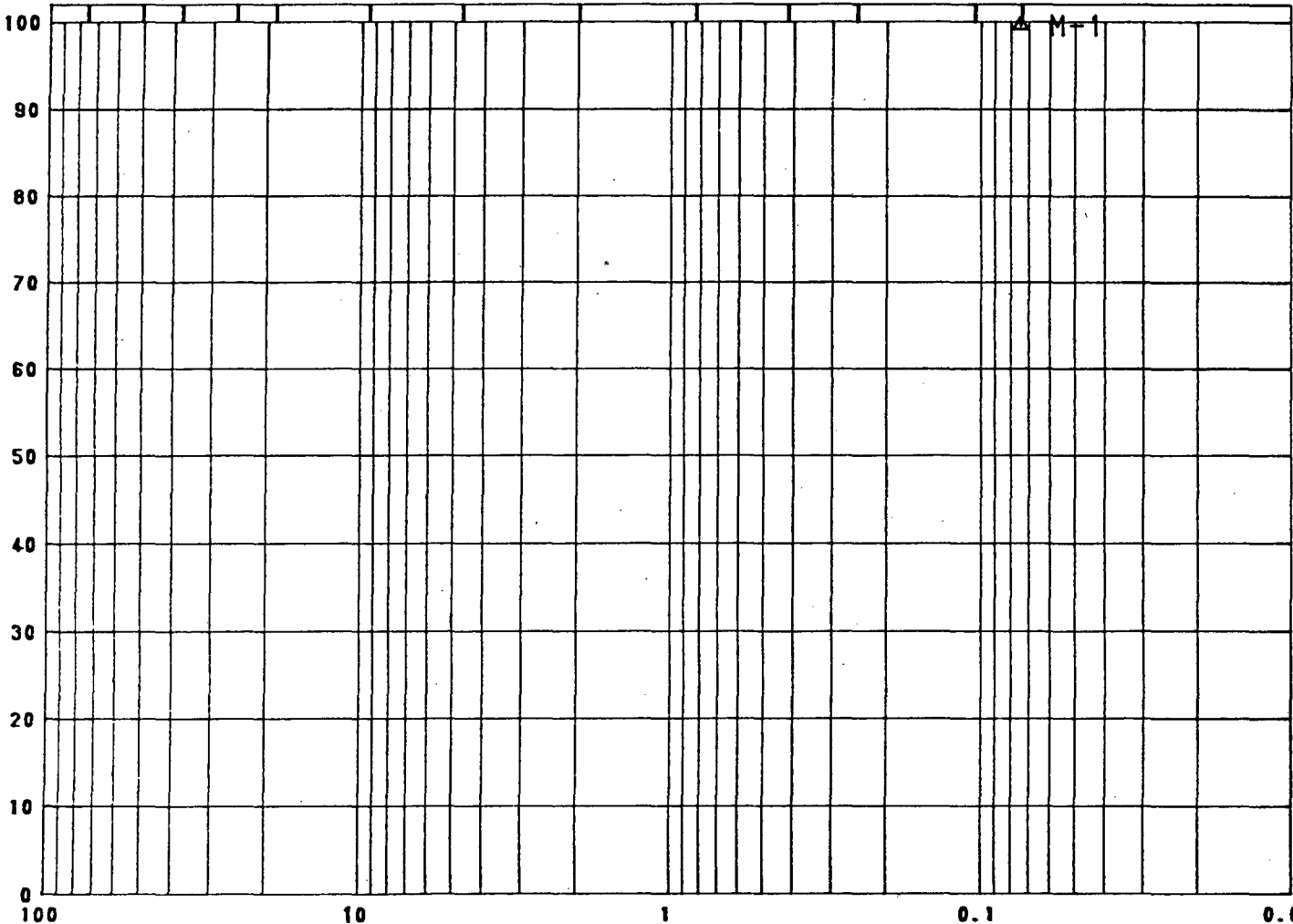


### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487

	GRAVA					ARENA					
--	-------	--	--	--	--	-------	--	--	--	--	--

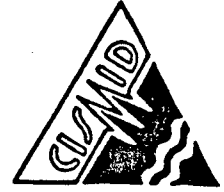
3" 2" 1 1/2" 1" 3/4" 3/8" N° 4 10 20 40 60 140 200





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

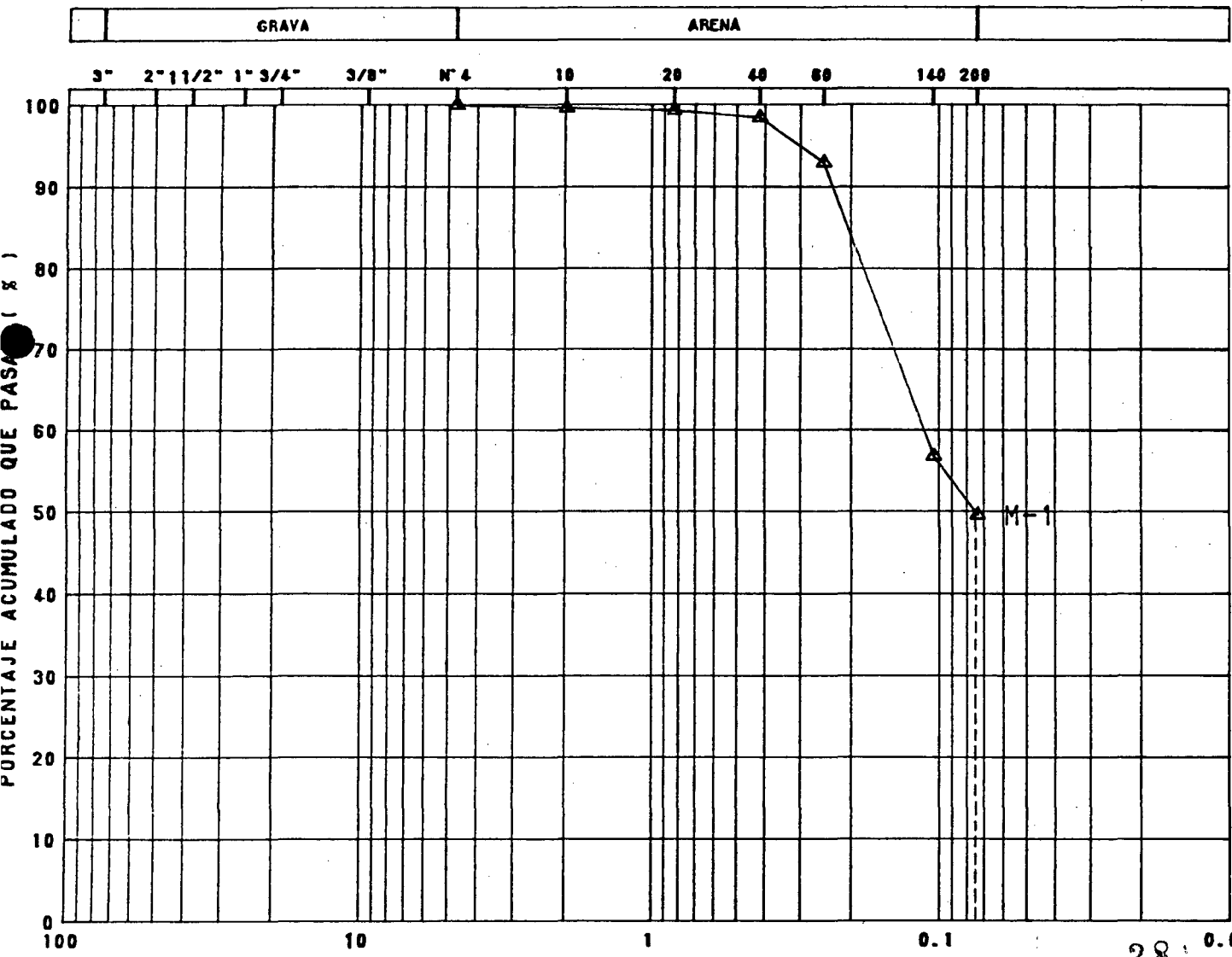


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : P-13



### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTH D2487







UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
Facultad de Ingeniería Civil

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO

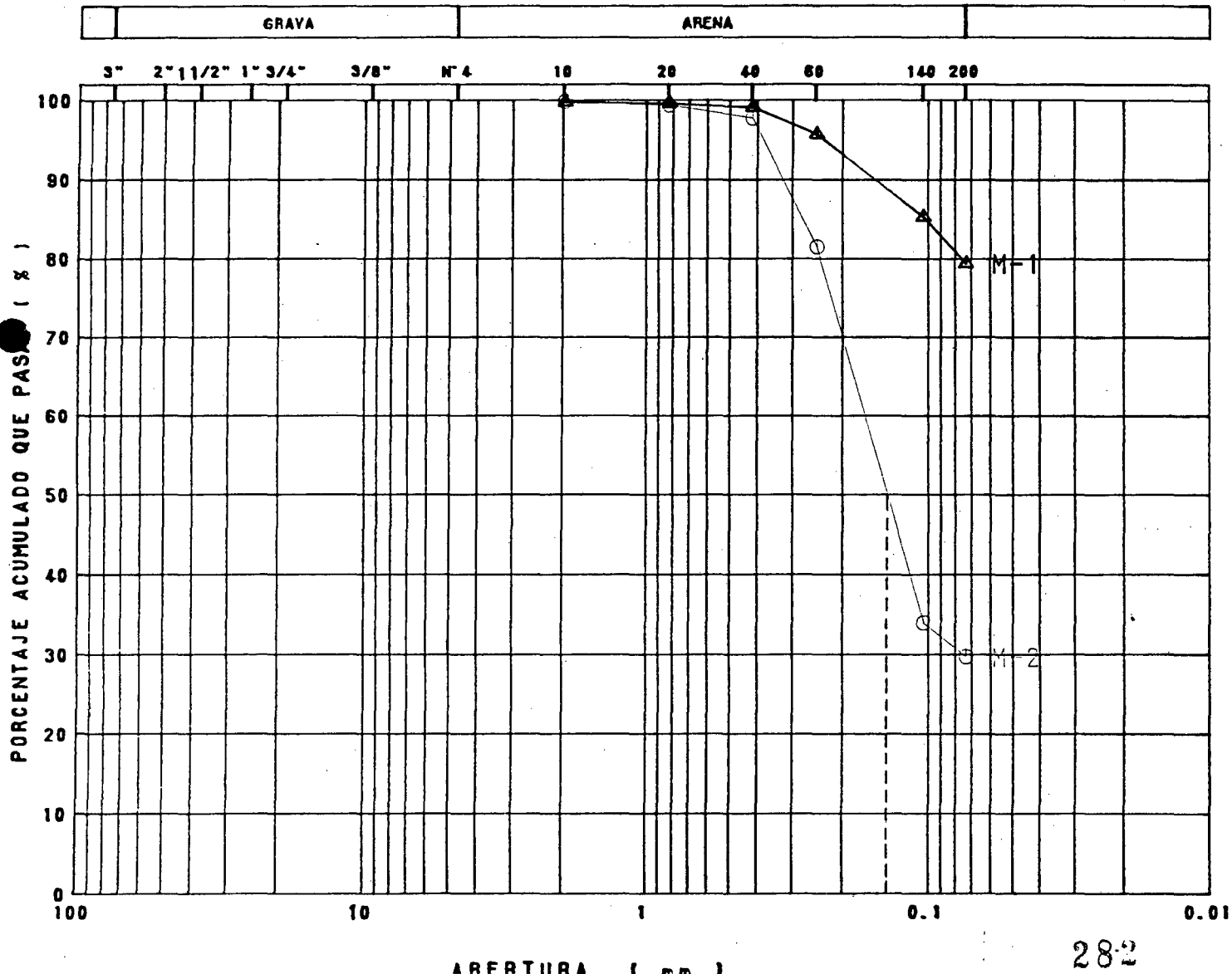


SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS  
LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
FECHA : Junio. 1984  
SONDAJE : P-14



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D2487



#### **S.2.4.- RESUMEN GRANULOMETRICO**

**RESUMEN GRANULOMETRICO ( POSTEADORAS )**

Sonda.	Muest.	Profund.	GRAVA %				ARENA %				FINOS
			Gg	Gm	Gf	GT	Ag	Am	Af	AT	Fn
P-1	M-1	0.2-0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
P-1	M-2	0.9-3.7	-	-	1.4	1.4	0.6	21.1	41.8	63.5	35.1
P-2	M-1	0.0-0.3	-	-	-	-	0.7	0.7	14.6	16.0	84.0
P-2	M-2	0.2-2.65	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
P-3	M-1	0.0-0.5	-	-	-	-	1.7	2.5	15.4	18.6	81.4
P-3	M-2	0.5-3.65	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
P-4	M-1	0.2-4.75	-	-	-	-	-	1.0	36.1	37.1	62.9
P-4	M-2	4.75-5.15	-	-	-	-	-	22.2	44.5	66.7	33.3
P-5	M-1	0.65-1.9	-	-	1.5	1.5	1.5	6.3	45.6	53.4	45.1
P-6	M-1	0.2-1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
P-6	M-2	1.4-2.8	-	-	-	-	-	0.2	23.6	23.8	76.2
P-6	M-3	2.8-3.45	-	-	-	-	-	0.9	80.2	81.1	18.9
P-7	M-1	4.8-5.3	-	7.8	7.9	15.7	1.5	28.9	30.7	61.1	23.2
P-9	M-1	0.55-1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
P-9	M-2	1.6-1.8	-	-	-	-	-	0.1	4.7	4.8	95.2
P-10	M-1	2.0-4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
P-10	M-2	4.00--	-	-	-	-	-	0.6	1.3	1.9	98.1
P-11	M-1	0.2-1.5	-	-	-	-	-	-	38.7	38.7	61.3
P-11	M-2	1.5-3.0	-	-	-	-	-	1.8	37.3	39.1	60.9
P-12	M-1	0.0-3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0
P-13	M-1	3.0-3.5	-	-	-	-	0.4	1.2	48.9	50.5	49.5
P-14	M-1	0.5-2.0	-	-	-	-	-	0.7	19.8	20.5	79.5
P-14	M-2	2.0-2.5	-	-	-	-	-	2.2	67.9	70.1	29.9

Donde:

Gg : Grava grande  
 Gm : Grava mediana  
 Gf : Grava fina  
 GT : Grava Total

Ag : Arena grande  
 Am : Arena mediana  
 Af : Arena fina  
 AT : Arena Total

Fn : Finos

**S.3.0.- CONO HOLANDES**

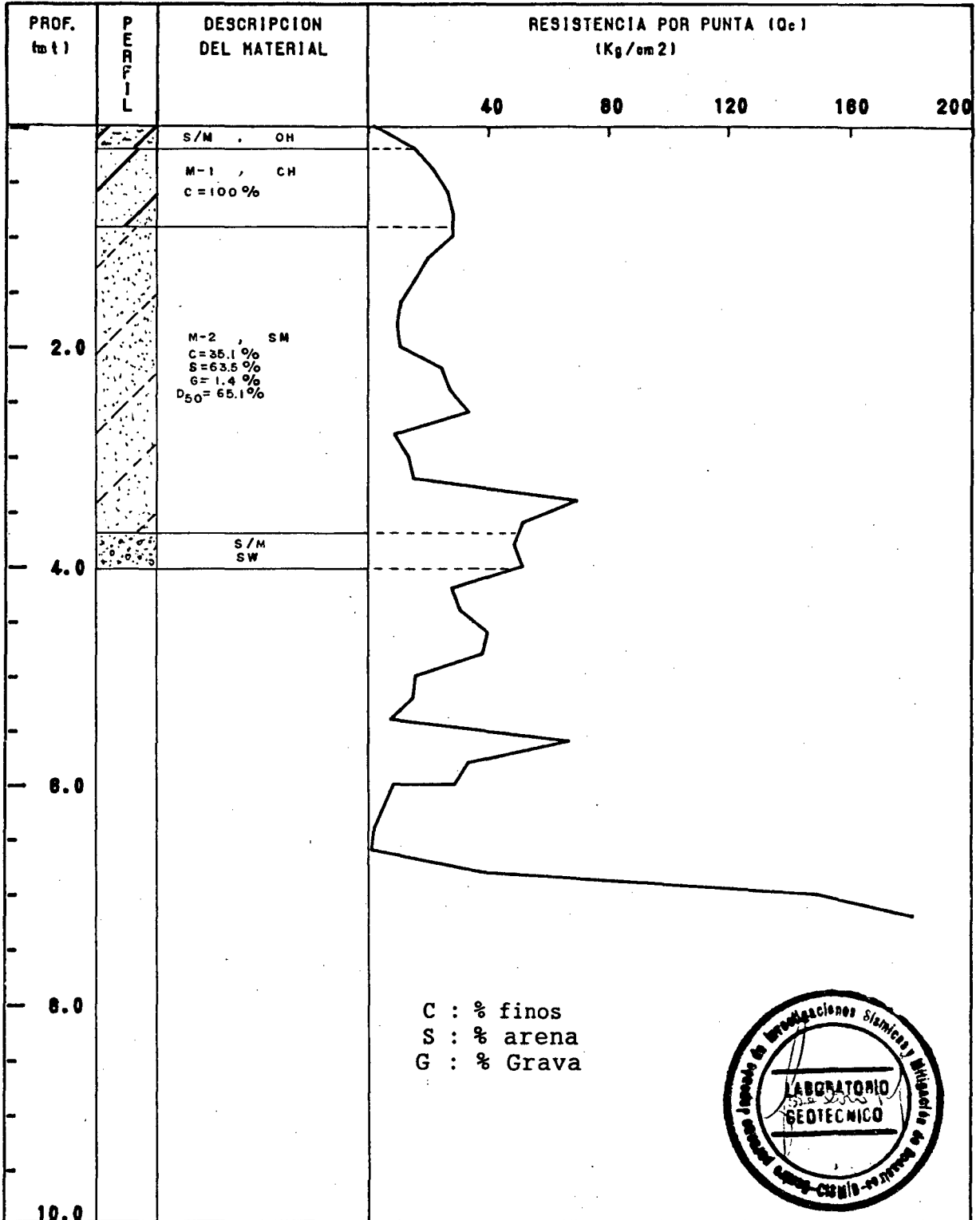
### **S.3.1.- REGISTROS DE SONDAJES**



ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-1  
 FECHA : JULIO - 1994  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES





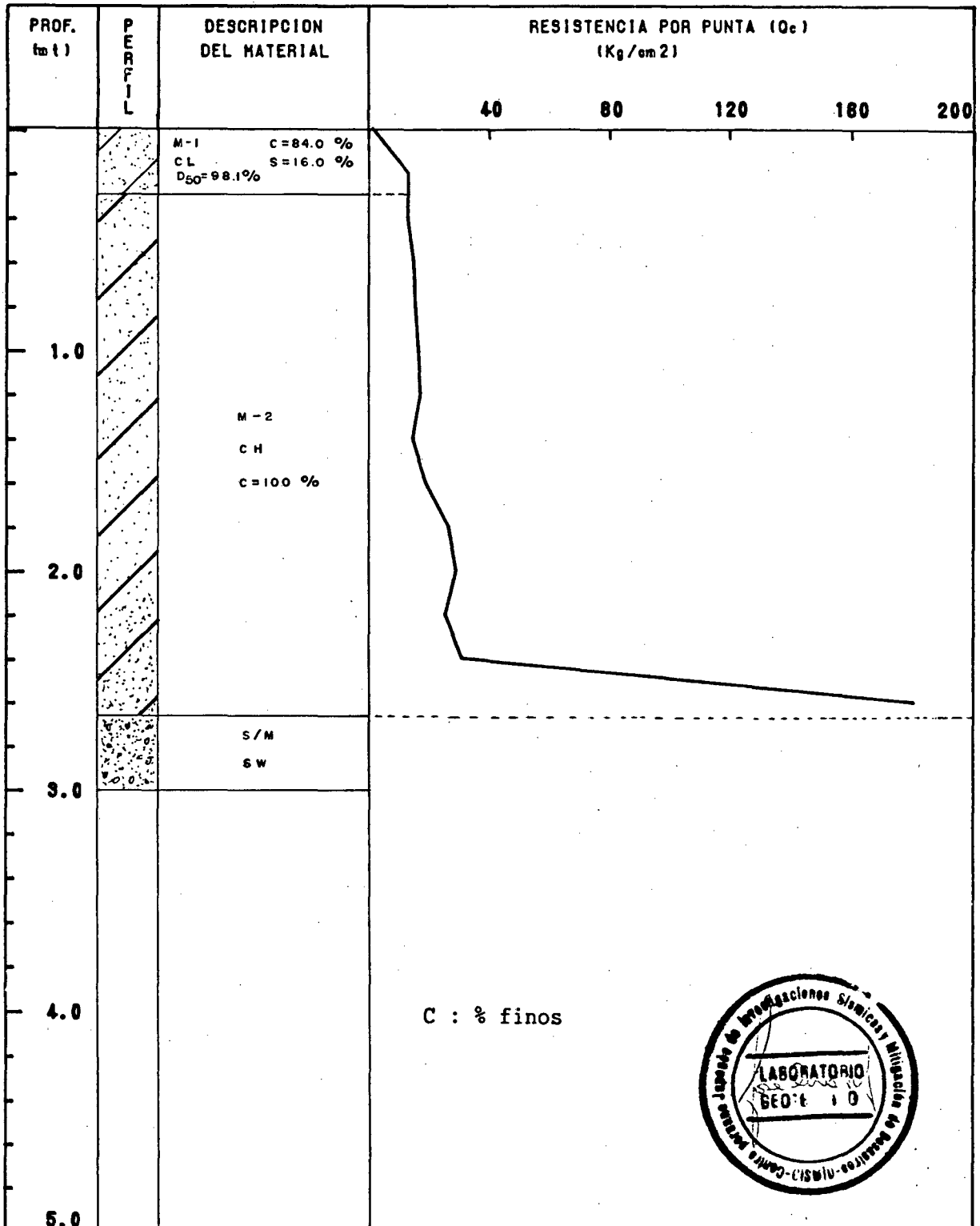
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - Laboratorio Geotécnico



ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-2  
 FECHA : JULIO - 84  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES





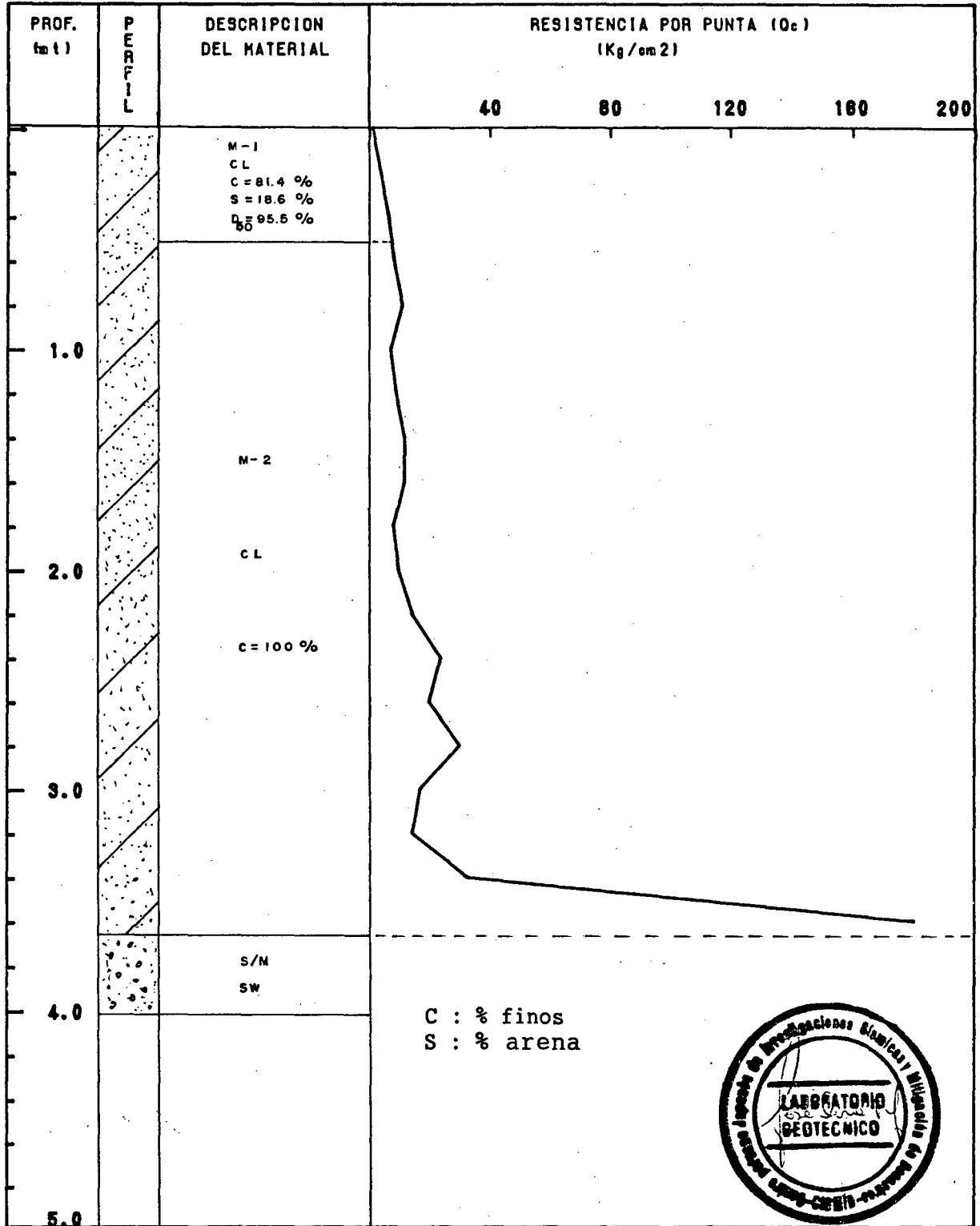
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - Laboratorio Geotécnico



ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-3  
 FECHA : JULIO - 84  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES







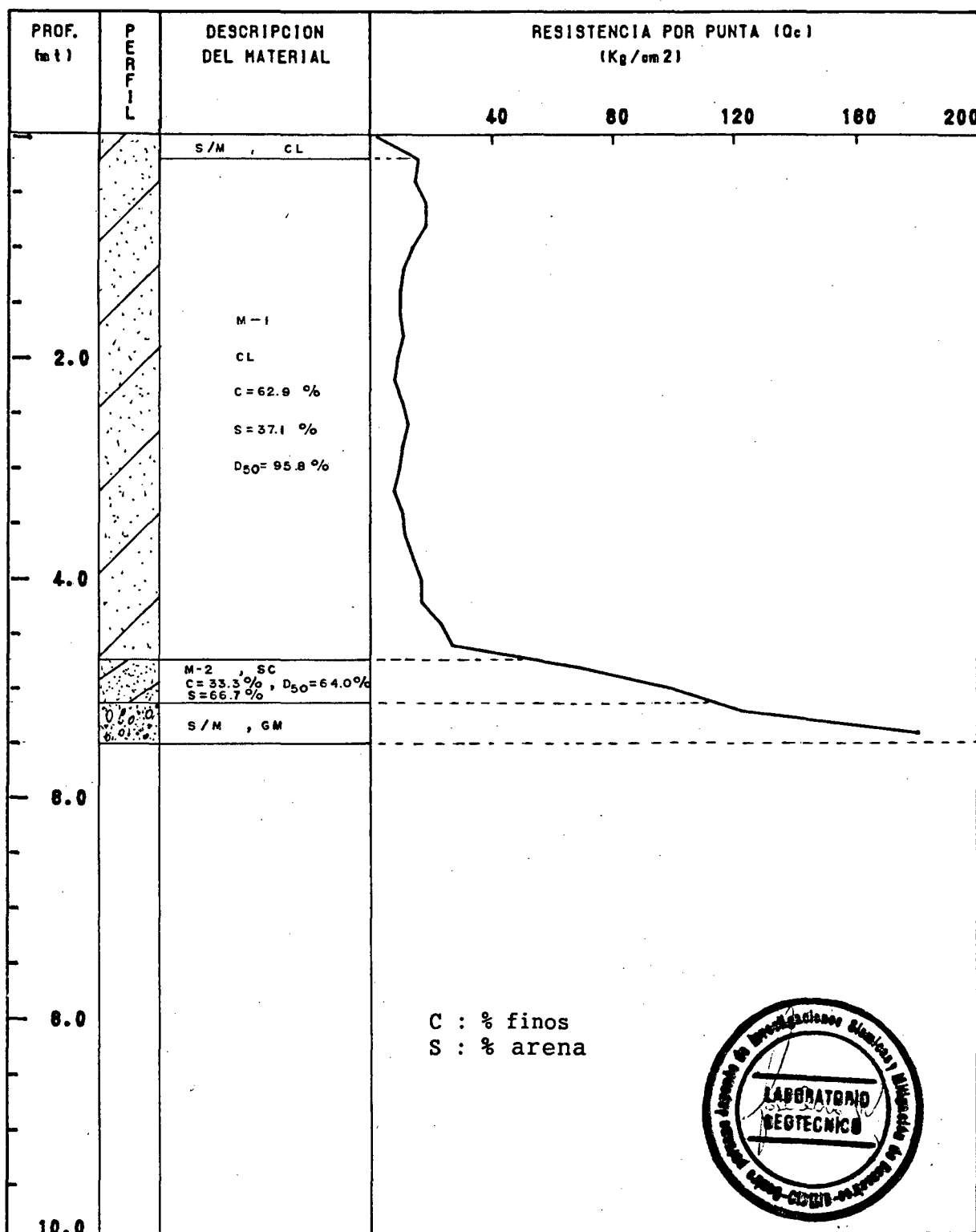
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - Laboratorio Geotécnico



ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT -4  
 FECHA : JULIO - 84  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES





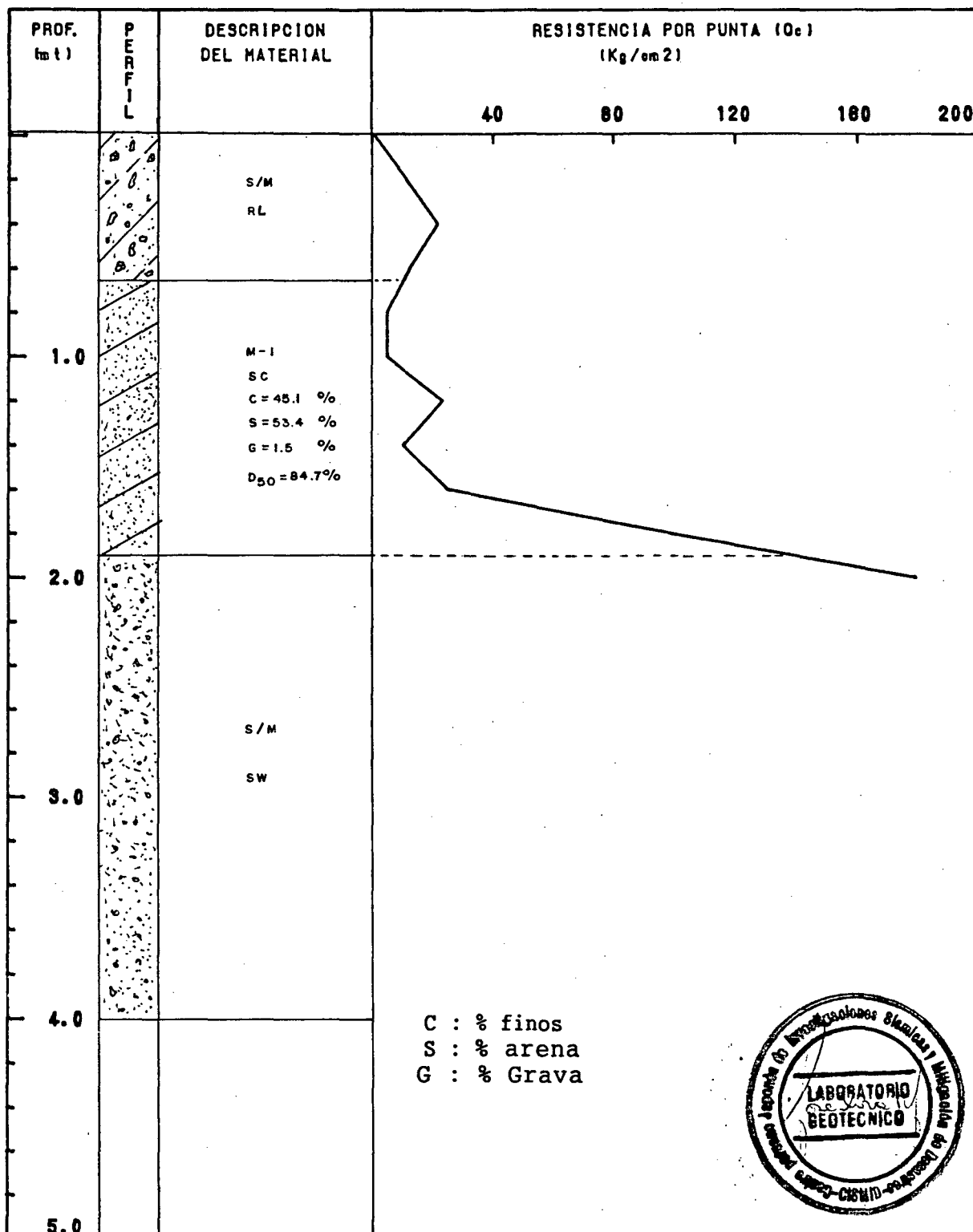
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - Laboratorio Geotécnico



ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT -5  
 FECHA : JULIO - 84  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES





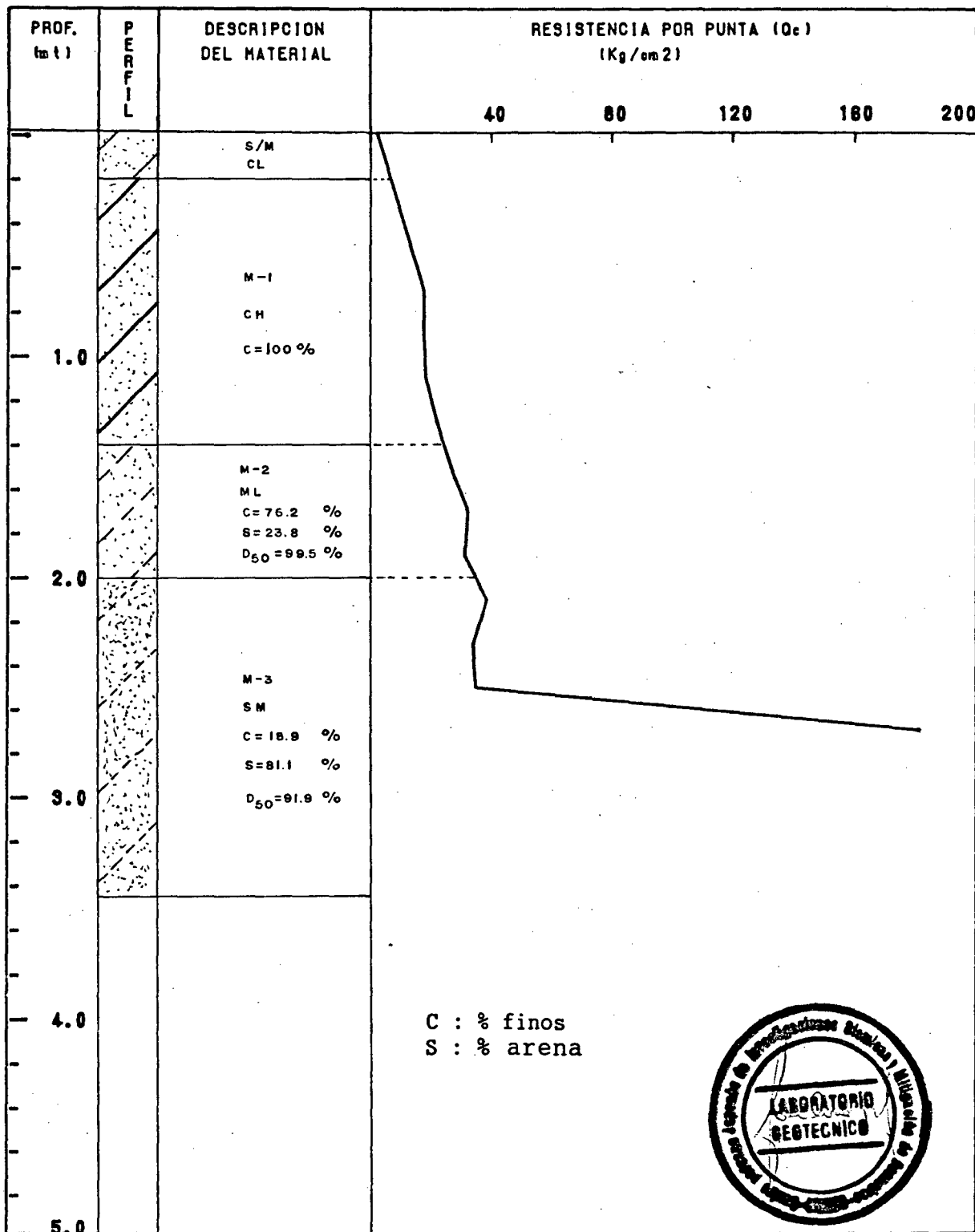
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - Laboratorio Geotécnico



ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT - 8  
 FECHA : JULIO - 84  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

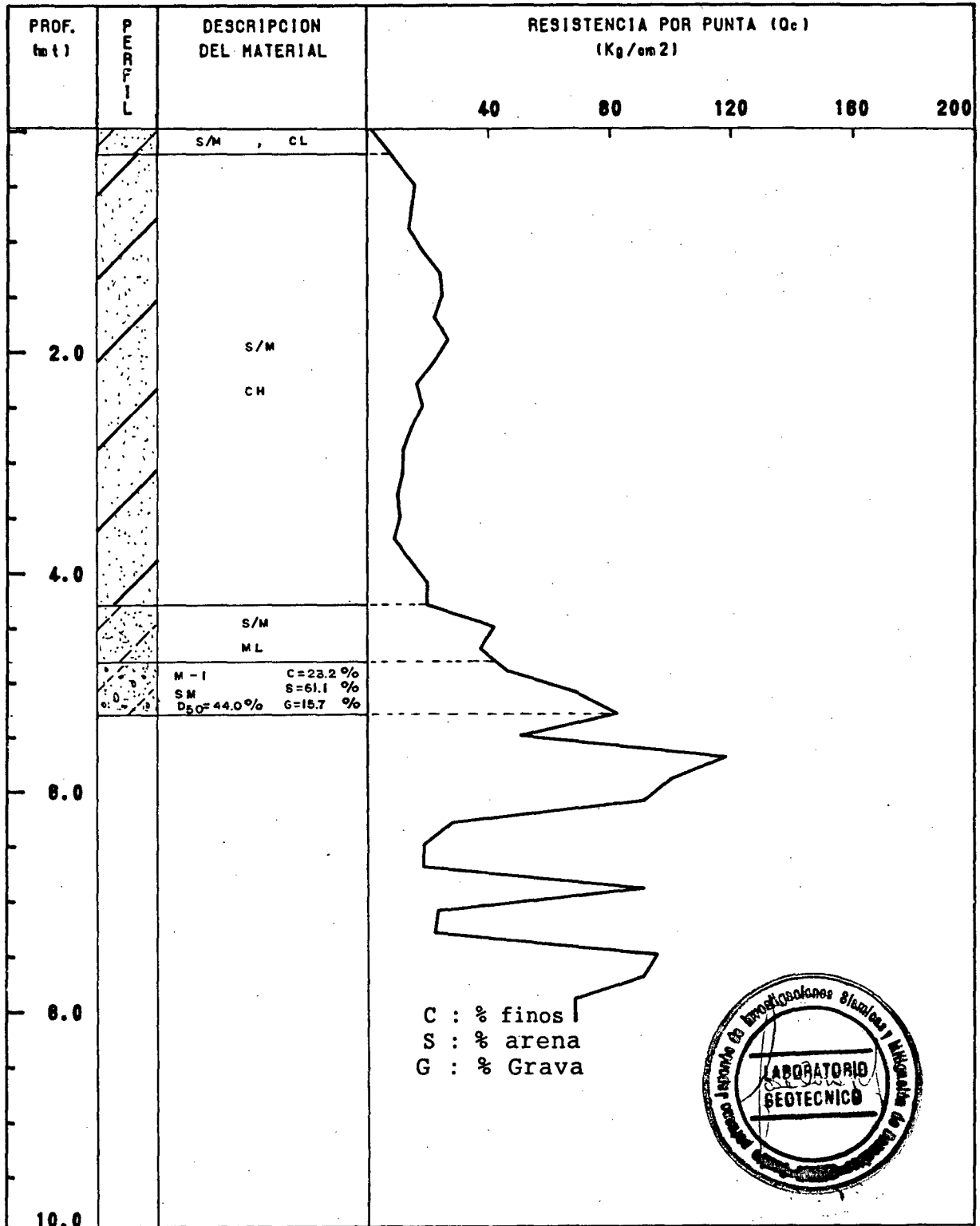
CISMID - Laboratorio Geotécnico



ENSAYO DE PENETRACION  
CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT - 7  
 FECHA : JULIO - 94  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES





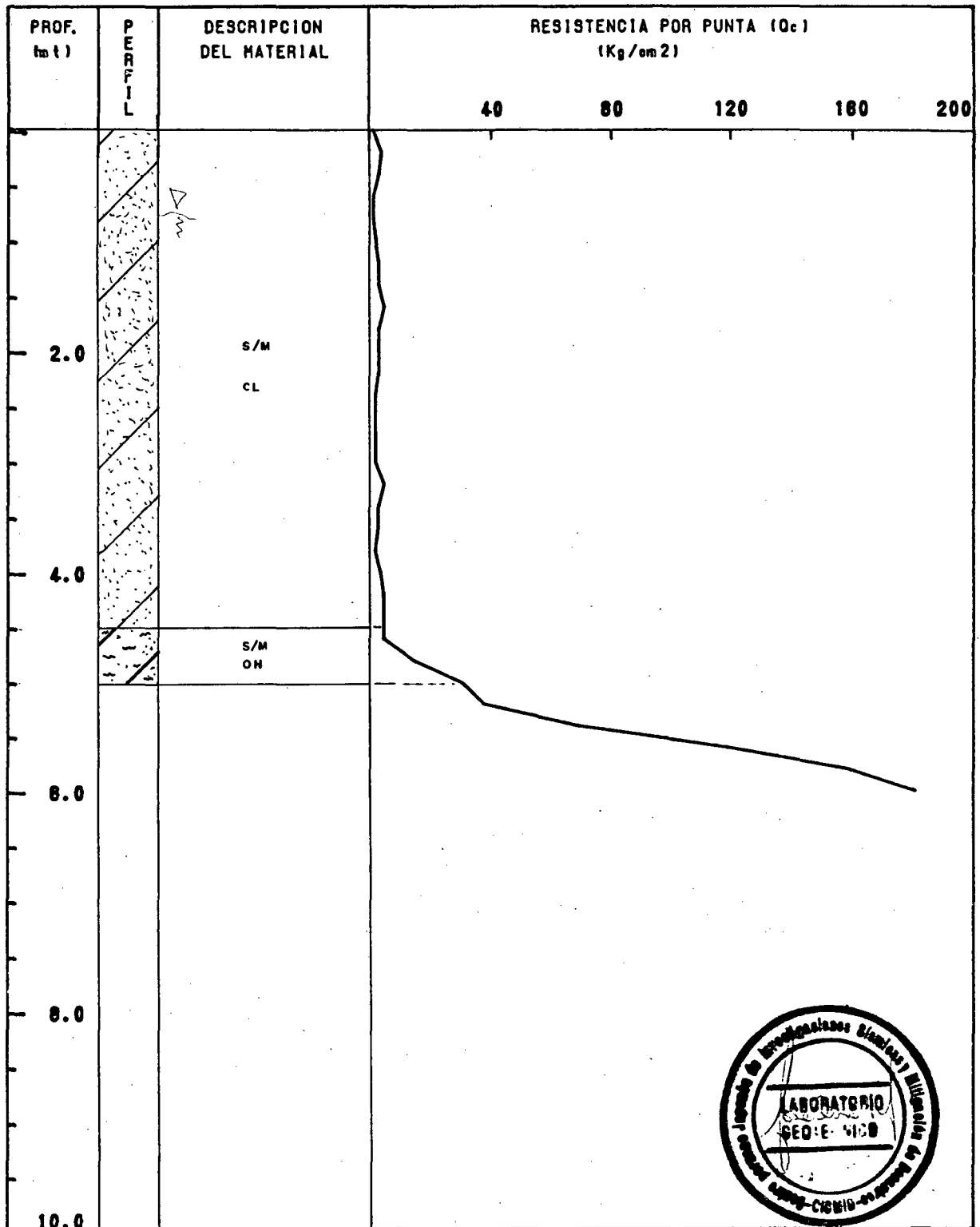
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - Laboratorio Geotécnico



ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT - 8  
 FECHA : JULIO -84  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES

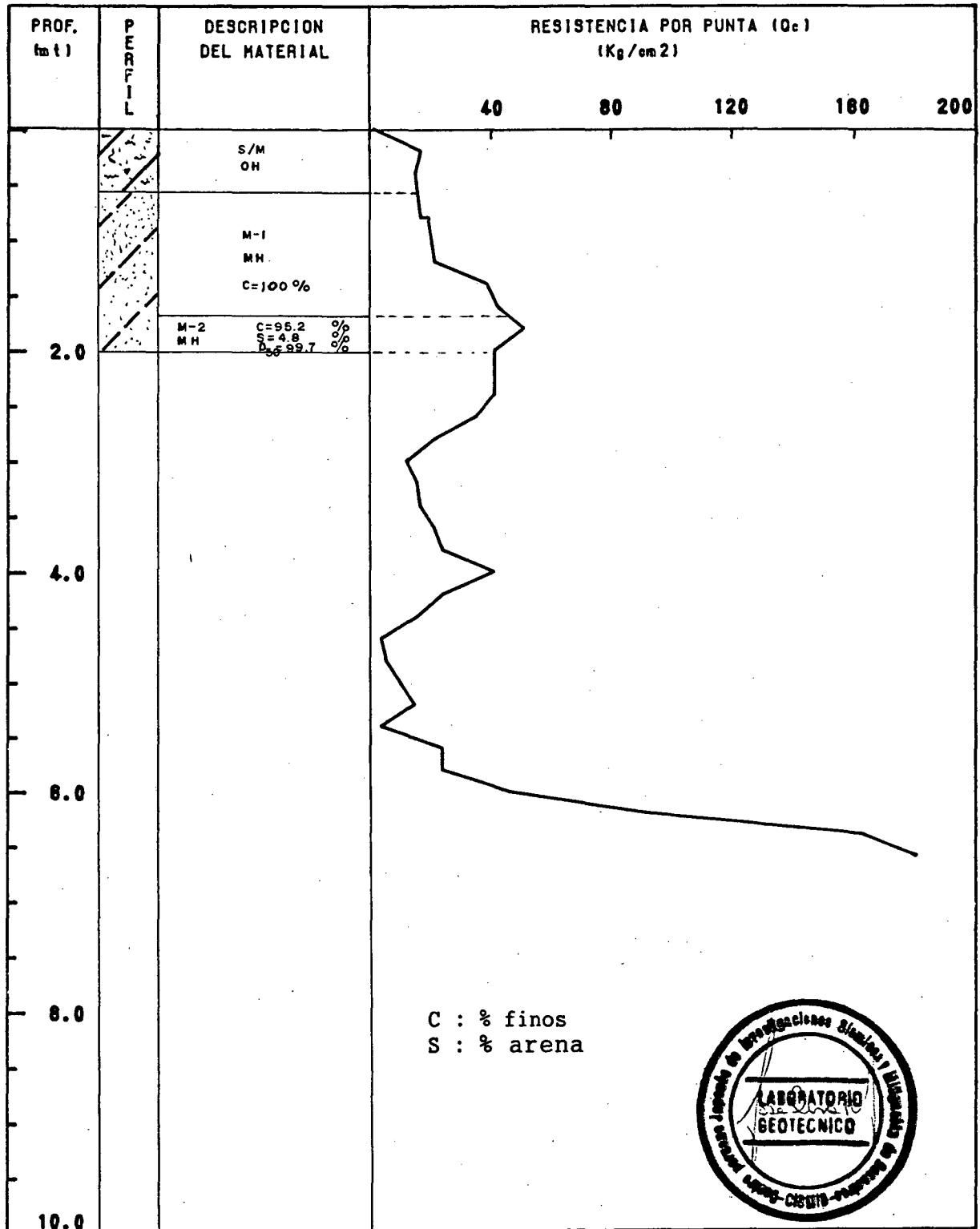




ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-9  
 FECHA : JULIO - 84  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES





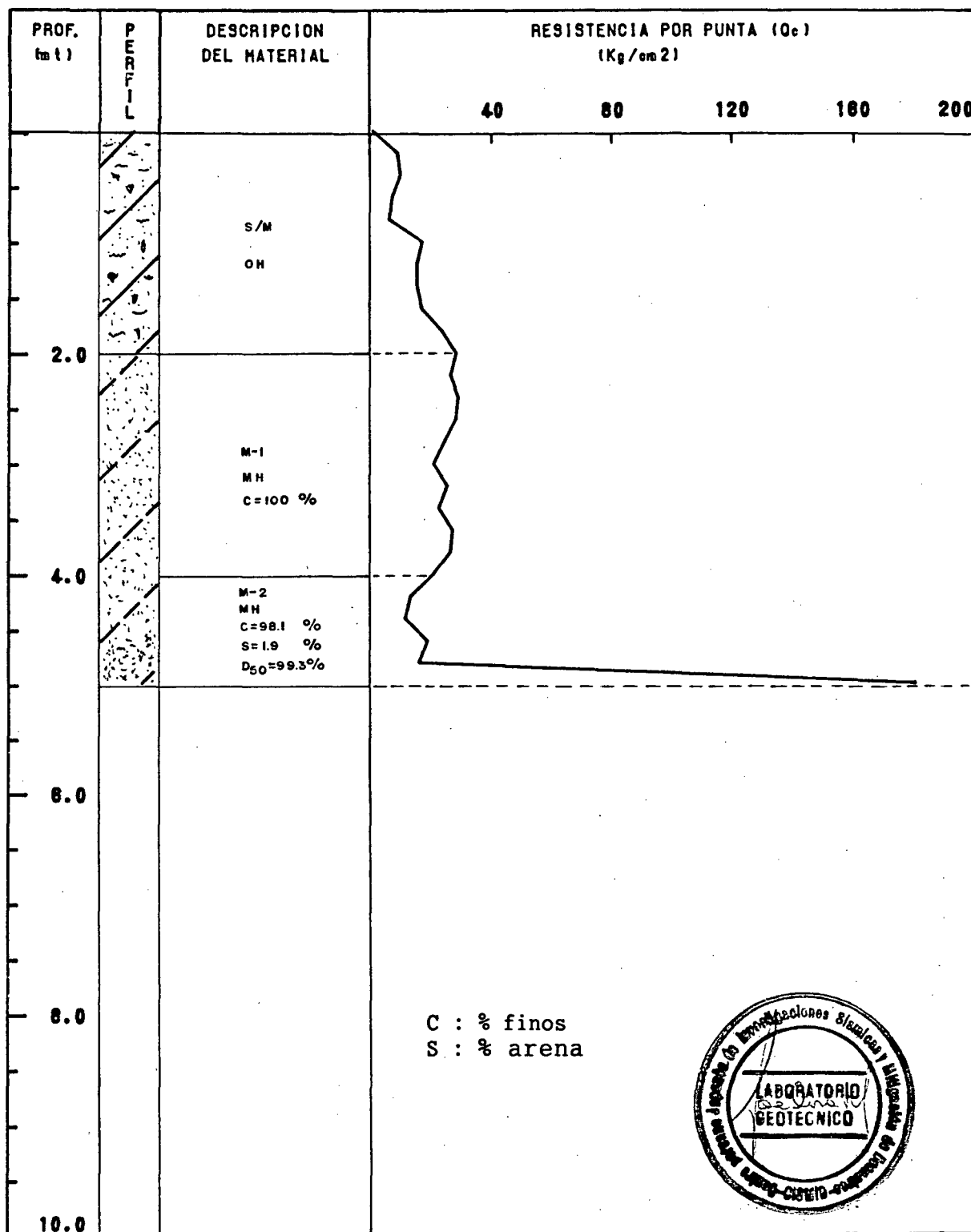
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - Laboratorio Geotécnico



ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-10  
 FECHA : JULIO - 84  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES





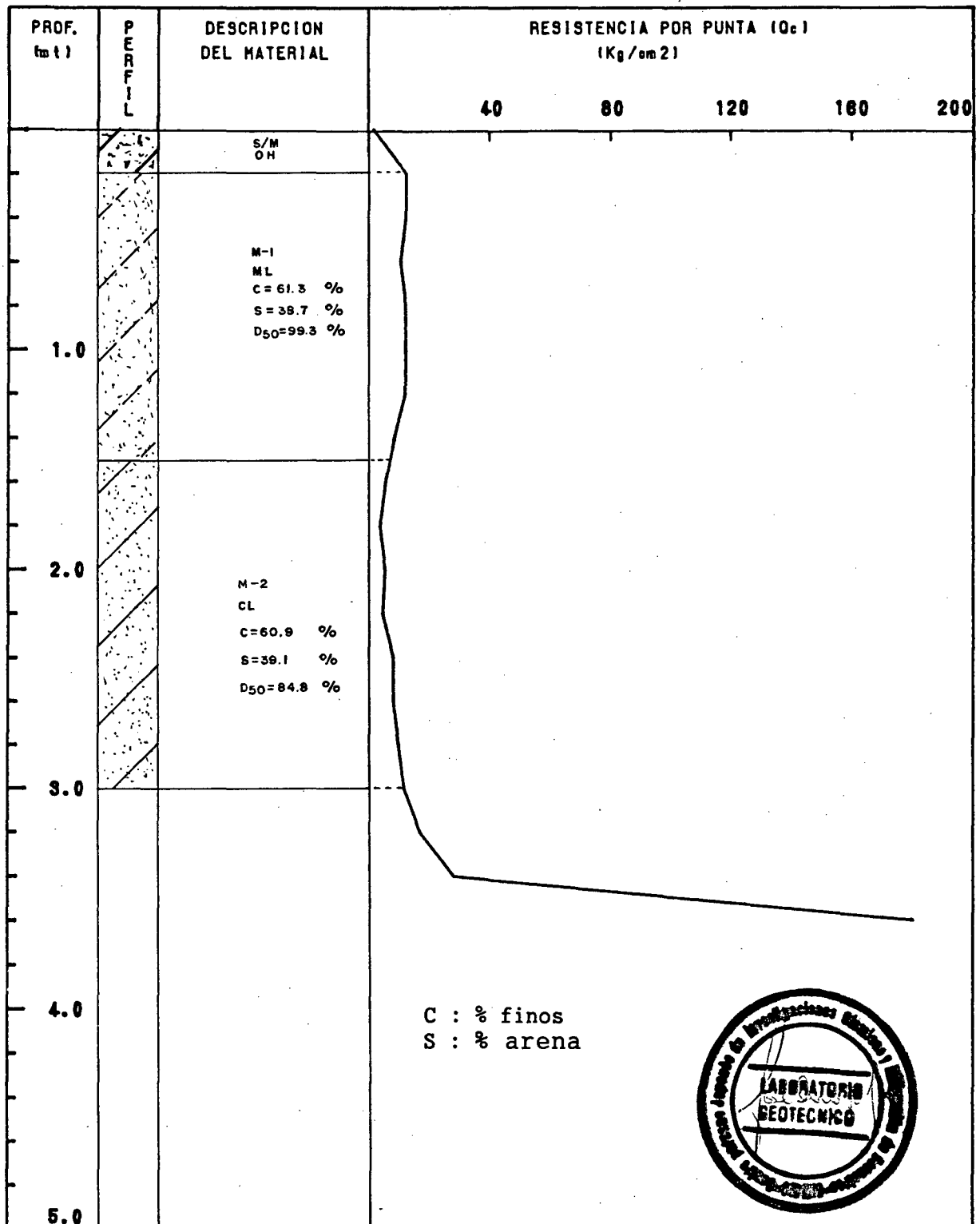
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - Laboratorio Geotécnico



ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-11  
 FECHA : JULIO - 94  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES



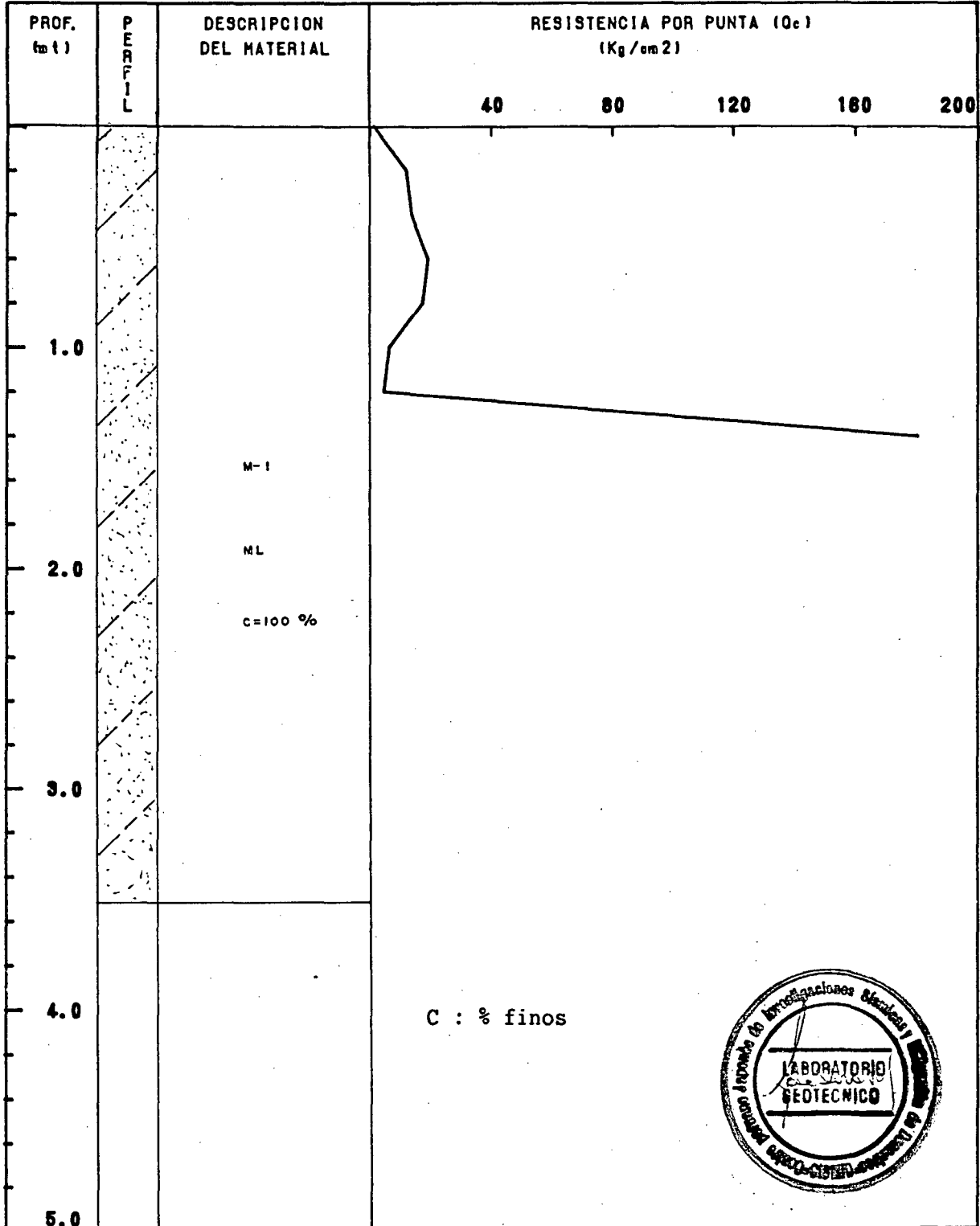




ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-12  
 FECHA : JULIO - 84  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CISMID - Laboratorio Geotécnico



ENSAYO DE PENETRACION  
CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA

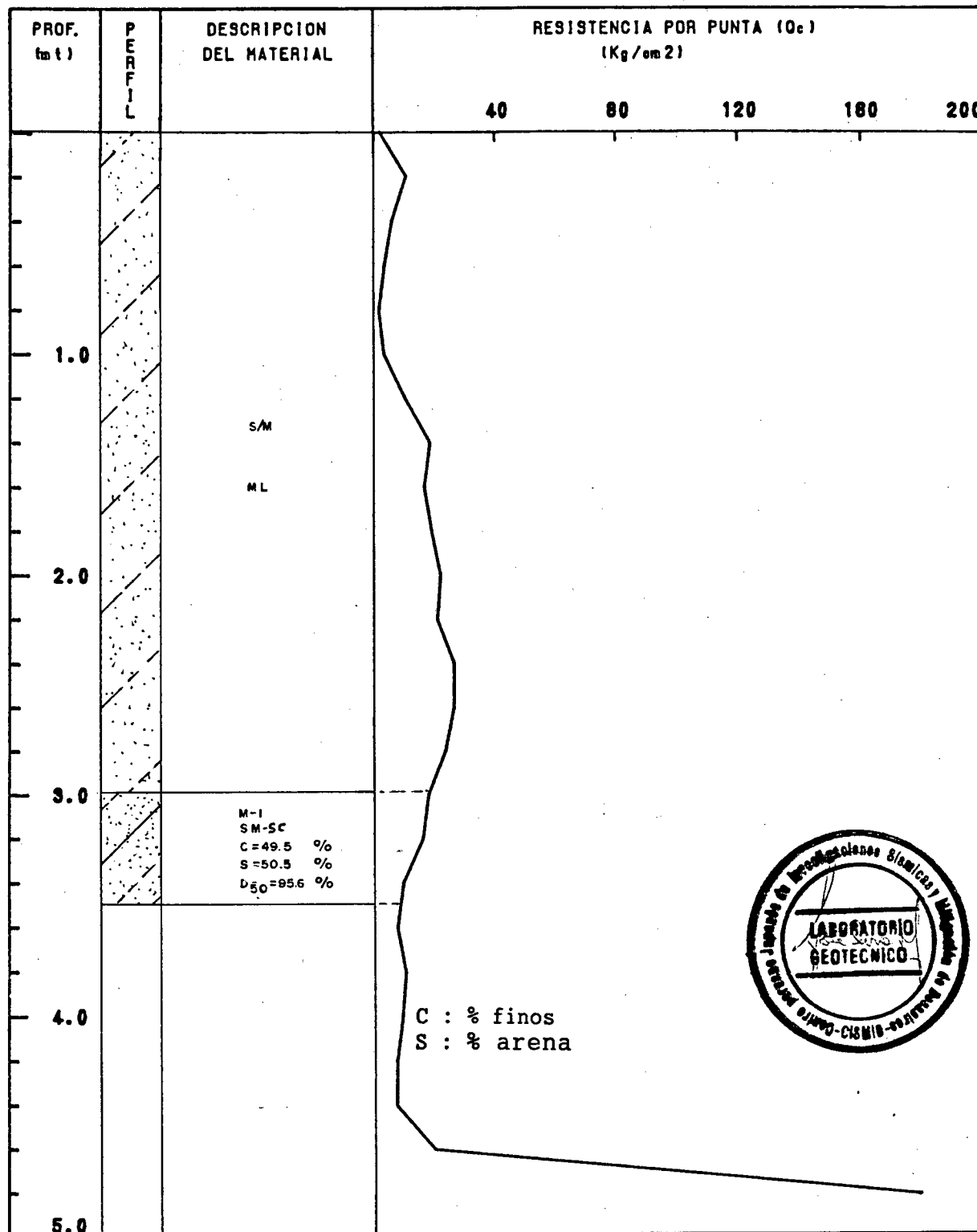
SONDAJE : CPT-13

PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"

FECHA : JULIO - 84

UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

OPERADOR : ROLANDO PAREDES





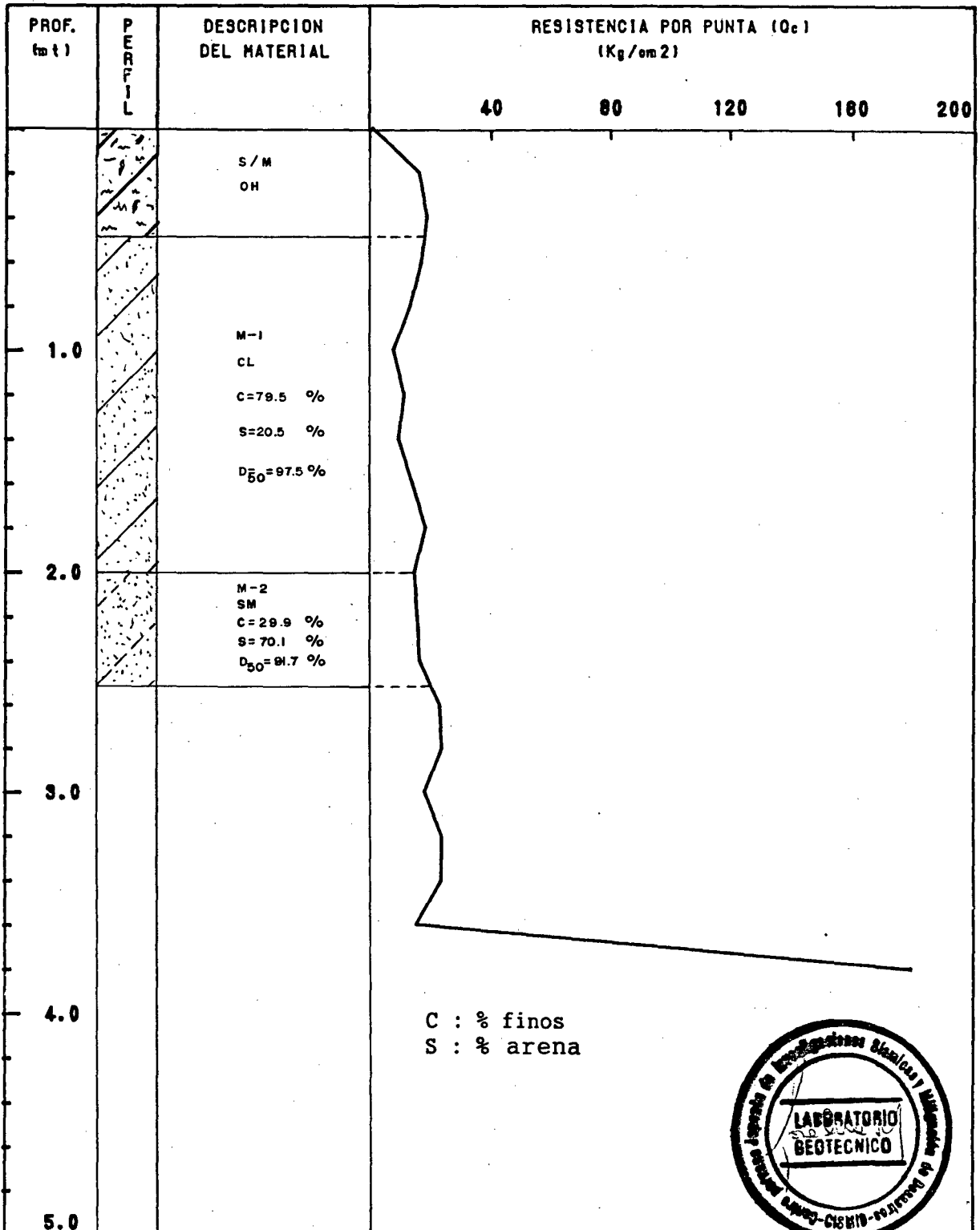
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CISMID - Laboratorio Geotécnico



ENSAYO DE PENETRACION  
 CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-14  
 FECHA : JULIO - 84  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES



### **S.3.2.- TABLAS DE CALCULO**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
 SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



-----  
 ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES  
 -----

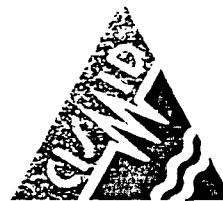
SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA      SONDAJE : CPT-1  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"      FECHA : JULIO - 1994  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA      OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
-----			
1	0.20	15.0	13.64
2	0.40	22.0	20.00
3	0.60	27.0	24.71
4	0.80	29.0	26.54
5	1.00	29.0	26.54
6	1.20	20.0	18.18
7	1.40	15.0	13.64
8	1.60	10.0	9.09
9	1.80	9.0	8.18
10	2.00	10.0	9.09
11	2.20	25.0	22.88
12	2.40	28.0	25.63
13	2.60	35.0	32.04
14	2.80	8.0	7.27
15	3.00	13.0	11.82
16	3.20	15.0	13.64
17	3.40	75.0	68.34
18	3.60	55.0	50.11
19	3.80	52.0	47.38
20	4.00	55.0	50.11
21	4.20	29.0	26.54
22	4.40	32.0	29.29
23	4.60	42.0	38.44
24	4.80	40.0	36.61
25	5.00	16.0	14.55
26	5.20	15.0	13.64
27	5.40	7.0	6.36
28	5.60	72.0	65.60
29	5.80	35.0	32.04
30	6.00	30.0	27.46
31	6.00	8.0	7.27
32	6.40	1.0	0.91
33	6.60	0.0	0.00
34	6.80	40.0	36.61
35	7.00	165.0	148.98
36	7.20	200.0	180.59





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
 SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES

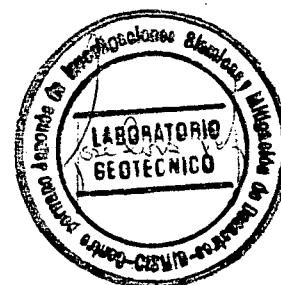


ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-2  
 FECHA : JULIO - 94  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.20	13.0	11.82
2	0.40	13.0	11.82
3	0.60	15.0	13.64
4	0.80	16.0	14.55
5	1.00	17.0	15.45
6	1.20	18.0	16.36
7	1.40	15.0	13.64
8	1.60	20.0	18.18
9	1.80	28.0	25.63
10	2.00	31.0	28.38
11	2.20	27.0	24.71
12	2.40	33.0	30.21
13	2.60	200.0	180.59





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
 SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-3  
 FECHA : JULIO - 94  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.40	6.0	5.45
2	0.60	8.0	7.27
3	0.80	11.0	10.00
4	1.00	7.0	6.36
5	1.20	9.0	8.18
6	1.40	12.0	10.91
7	1.60	12.0	10.91
8	1.80	8.0	7.27
9	2.00	10.0	9.09
10	2.20	15.0	13.64
11	2.40	25.0	22.88
12	2.60	21.0	19.09
13	2.80	32.0	29.29
14	3.00	18.0	16.36
15	3.20	15.0	13.64
16	3.40	35.0	32.04
17	3.60	200.0	180.59





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
 SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT -4  
 FECHA : JULIO - 94  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES

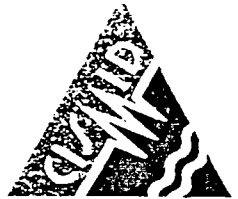
No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.20	15.0	13.64
2	0.40	14.0	12.73
3	0.60	18.0	16.36
4	0.80	18.0	16.36
5	1.00	13.0	11.82
6	1.20	10.0	9.09
7	1.40	9.0	8.18
8	1.60	9.0	8.18
9	1.80	10.0	9.09
10	2.00	8.0	7.27
11	2.20	7.0	6.36
12	2.40	10.0	9.09
13	2.60	12.0	10.91
14	2.80	10.0	9.09
15	3.00	9.0	8.18
16	3.20	7.0	6.36
17	3.40	10.0	9.09
18	3.60	11.0	10.00
19	3.80	14.0	12.73
20	4.00	17.0	15.45
21	4.20	17.0	15.45
22	4.40	24.0	21.97
23	4.60	28.0	25.63
24	4.80	75.0	68.34
25	5.00	110.0	99.77
26	5.20	135.0	121.90
27	5.40	200.0	180.59







UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLAÑES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA      SONDAJE : CPT -5  
PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"      FECHA : JULIO - 94  
UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA      OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.20	12.0	10.91
2	0.40	23.0	21.05
3	0.60	13.0	11.82
4	0.80	5.0	4.55
5	1.00	5.0	4.55
6	1.20	25.0	22.88
7	1.40	11.0	10.00
8	1.60	27.0	24.71
9	1.80	110.0	99.77
10	2.00	200.0	180.59





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT -6  
FECHA : JULIO - 94  
OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.70	17.0	15.45
2	0.90	17.0	15.45
3	1.10	18.0	16.36
4	1.30	22.0	20.00
5	1.50	27.0	24.71
6	1.70	33.0	30.21
7	1.90	32.0	29.29
8	2.10	40.0	36.61
9	2.30	35.0	32.04
10	2.50	36.0	32.95
11	2.70	200.0	180.59



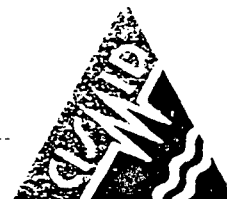


ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA      SONDAJE : CPT - 7  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"      FECHA : JULIO - 94  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA      OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.50	16.0	14.55
2	0.70	15.0	13.64
3	0.90	14.0	12.73
4	1.10	19.0	17.27
5	1.30	25.0	22.88
6	1.50	26.0	23.80
7	1.70	23.0	21.05
8	1.90	28.0	25.63
9	2.10	23.0	21.05
10	2.30	17.0	15.45
11	2.50	19.0	17.27
12	2.70	15.0	13.64
13	2.90	12.0	10.91
14	3.10	12.0	10.91
15	3.30	10.0	9.09
16	3.50	11.0	10.00
17	3.70	9.0	8.18
18	3.90	15.0	13.64
19	4.10	21.0	19.09
20	4.30	21.0	19.09
21	4.50	45.0	41.00
22	4.70	40.0	36.61
23	4.90	50.0	45.56
24	5.10	75.0	68.34
25	5.30	90.0	81.63
26	5.50	55.0	50.11
27	5.70	130.0	117.91
28	5.90	110.0	99.77
29	6.10	100.0	90.70
30	6.30	30.0	27.46
31	6.50	20.0	18.18
32	6.70	20.0	18.18
33	6.90	100.0	90.70
34	7.10	25.0	22.88
35	7.30	24.0	21.97
36	7.50	105.0	95.24
37	7.70	100.0	90.70
38	7.90	75.0	68.34
39	8.10	75.0	68.34





ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT - 8  
 FECHA : JULIO -94  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.20	3.0	2.73
2	0.40	2.0	1.82
3	0.60	0.0	0.00
4	0.80	0.0	0.00
5	1.00	1.0	0.91
6	1.20	2.0	1.82
7	1.40	2.0	1.82
8	1.60	4.0	3.64
9	1.80	2.0	1.82
10	2.00	2.0	1.82
11	2.20	2.0	1.82
12	2.40	1.0	0.91
13	2.60	1.0	0.91
14	2.90	1.0	0.91
15	3.00	1.0	0.91
16	3.20	4.0	3.64
17	3.40	2.0	1.82
18	3.60	2.0	1.82
19	3.80	1.0	0.91
20	4.00	3.0	2.73
21	4.20	4.0	3.64
22	4.40	4.0	3.64
23	4.60	4.0	3.64
24	4.80	15.0	13.64
25	5.00	32.0	29.29
26	5.20	40.0	36.61
27	5.40	75.0	68.34
28	5.60	130.0	117.91
29	5.80	175.0	158.01
30	6.00	200.0	180.59





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
 SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES

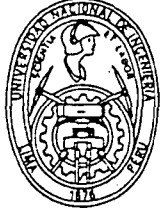


ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA      SONDAJE : CPT-9  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"      FECHA : JULIO - 94  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA      OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.20	17.0	15.45
2	0.40	15.0	13.64
3	0.60	16.0	14.55
4	0.80	17.0	15.45
5	0.80	20.0	18.18
6	1.20	22.0	20.00
7	1.40	41.0	37.53
8	1.60	45.0	41.00
9	1.80	55.0	50.11
10	2.00	44.0	40.09
11	2.20	44.0	40.09
12	2.40	44.0	40.09
13	2.60	37.0	33.87
14	2.80	22.0	20.00
15	3.00	12.0	10.91
16	3.20	16.0	14.55
17	3.40	17.0	15.45
18	3.60	22.0	20.00
19	3.80	25.0	22.88
20	4.00	44.0	40.09
21	4.20	25.0	22.88
22	4.40	16.0	14.55
23	4.60	3.0	2.73
24	4.80	5.0	4.55
25	5.00	10.0	9.09
26	5.20	15.0	13.64
27	5.40	3.0	2.73
28	5.60	25.0	22.88
29	5.80	25.0	22.88
30	6.00	50.0	45.56
31	6.20	100.0	90.70
32	6.40	180.0	162.53
33	6.60	200.0	180.59





ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-10  
 FECHA : JULIO - 94  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.20	9.0	8.18
2	0.40	10.0	9.09
3	0.60	7.0	6.36
4	0.80	6.0	5.45
5	1.00	18.0	16.36
6	1.20	16.0	14.55
7	1.40	16.0	14.55
8	1.60	18.0	16.36
9	1.80	25.0	22.88
10	2.00	30.0	27.46
11	2.20	28.0	25.63
12	2.40	31.0	28.38
13	2.60	30.0	27.46
14	2.80	26.0	23.80
15	3.00	22.0	20.00
16	3.20	27.0	24.71
17	3.40	24.0	21.97
18	3.60	29.0	26.54
19	3.80	28.0	25.63
20	4.00	22.0	20.00
21	4.20	14.0	12.73
22	4.40	12.0	10.91
23	4.60	20.0	18.18
24	4.80	17.0	15.45
25	5.00	200.0	180.59





ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA      SONDAJE : CPT-11  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"      FECHA : JULIO - 94  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA      OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm2)
1	0.20	12.0	10.91
2	0.40	12.0	10.91
3	0.60	10.0	9.09
4	0.80	12.0	10.91
5	1.00	12.0	10.91
6	1.20	12.0	10.91
7	1.40	8.0	7.27
8	1.60	5.0	4.55
9	1.80	3.0	2.73
10	2.00	5.0	4.55
11	2.20	4.0	3.64
12	2.40	8.0	7.27
13	2.60	8.0	7.27
14	2.80	10.0	9.09
15	3.00	12.0	10.91
16	3.20	18.0	16.36
17	3.40	30.0	27.46
18	3.60	200.0	180.59





ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA      SONDAJE : CPT-12  
PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"      FECHA : JULIO - 94  
UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA      OPERADOR : ROLANDO PAREDES

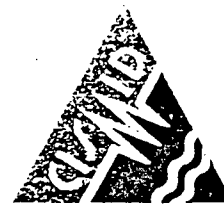
No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.20	12.0	10.91
2	0.40	14.0	12.73
3	0.60	20.0	18.18
4	0.80	18.0	16.36
5	1.00	6.0	5.45
6	1.20	4.0	3.64
7	1.40	200.0	180.59







UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES

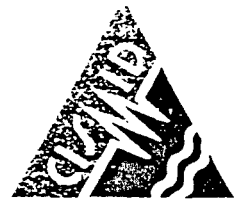


ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA      SONDAJE : CPT-13  
PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"      FECHA : JULIO - 94  
UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA      OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.20	10.0	9.09
2	0.40	5.0	4.55
3	0.60	2.0	1.82
4	0.80	0.0	0.00
5	1.00	2.0	1.82
6	1.20	10.0	9.09
7	1.40	19.0	17.27
8	1.60	17.0	15.45
9	1.80	20.0	18.18
10	2.00	23.0	21.05
11	2.20	22.0	20.00
12	2.40	28.0	25.63
13	2.60	28.0	25.63
14	2.80	25.0	22.88
15	3.00	19.0	17.27
16	3.20	17.0	15.45
17	3.40	10.0	9.09
18	3.60	8.0	7.27
19	3.80	11.0	10.00
20	4.00	10.0	9.09
21	4.20	8.0	7.27
22	4.40	8.0	7.27
23	4.60	22.0	20.00
24	4.80	200.0	180.59





ENSAYO DE PENETRACION CONO HOLANDES

SOLICITADO : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE AEROP. "JUAN SIMONS"  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

SONDAJE : CPT-14  
 FECHA : JULIO - 94  
 OPERADOR : ROLANDO PAREDES

No	PROF. (mt)	LECTURA DIAL	qc (kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.20	17.0	15.45
2	0.40	20.0	18.18
3	0.60	18.0	16.36
4	0.80	14.0	12.73
5	1.00	8.0	7.27
6	1.20	12.0	10.91
7	1.40	10.0	9.09
8	1.60	15.0	13.64
9	1.80	20.0	18.18
10	2.00	16.0	14.55
11	2.20	17.0	15.45
12	2.40	18.0	16.36
13	2.60	25.0	22.88
14	2.80	26.0	23.80
15	3.00	20.0	18.18
16	3.20	26.0	23.80
17	3.40	26.0	23.80
18	3.60	17.0	15.45
19	3.80	200.0	180.59

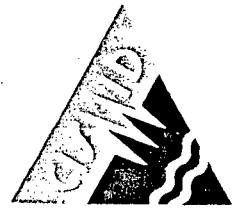


## **S.4.0.- ENSAYOS ESPECIALES**

#### **S.4.1.- ENSAYOS DE COMPRESION NO CONFINADA**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
 SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
 LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA  
 \*\*\*\*\*

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : MI-1  
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.30  
 CLASIF. SUCS : CH  
 ESTADO : Inalterado  
 FECHA : Junio. 1994

=====





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES**  
**SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES**  
**LABORATORIO GEOTECNICO**



ESPECIMEN # 1

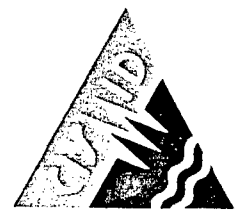
DIAMETRO INICIAL = 5.03 cm.      CONT. DE HUMEDAD = 26.43 %  
 ALTURA INICIAL = 10.04 cm.      DENSIDAD SECA = 1.44 gr/cm<sup>3</sup>  
 AREA INICIAL = 19.87 cm<sup>2</sup>      VOLUMEN INICIAL = 199.51 cm<sup>3</sup>

CARGA TOTAL APLICADA ( Kg )	DEFORMACION VERTICAL PERMANENTE ( % )	AREA DE SECCION RECTA ( cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO DESVIADOR APLICADO ( Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	19.87	0.00
1.79	0.05	19.88	0.09
2.78	0.10	19.89	0.14
3.78	0.15	19.90	0.19
5.18	0.20	19.91	0.26
6.18	0.25	19.92	0.31
7.18	0.30	19.93	0.36
8.57	0.35	19.94	0.43
10.18	0.40	19.95	0.51
11.78	0.50	19.97	0.59
12.99	0.60	19.99	0.65
13.22	0.80	20.03	0.66
12.24	0.95	20.06	0.61
11.64	1.00	20.07	0.58
10.85	1.10	20.09	0.54
10.06	1.20	20.11	0.50
9.26	1.30	20.13	0.46
7.67	1.50	20.17	0.38





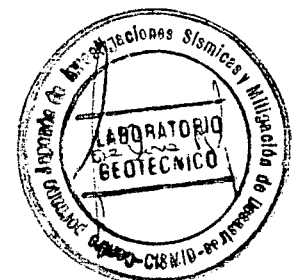
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES**  
**SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES**  
**LABORATORIO GEOTECNICO**



ESPECIMEN # 2

DIAMETRO INICIAL = 5.04 cm.      CONT. DE HUMEDAD = 25.17 %  
 ALTURA INICIAL = 10.14 cm.      DENSIDAD SECA = 1.46 gr/cm<sup>3</sup>  
 AREA INICIAL = 19.91 cm<sup>2</sup>      VOLUMEN INICIAL = 201.90 cm<sup>3</sup>

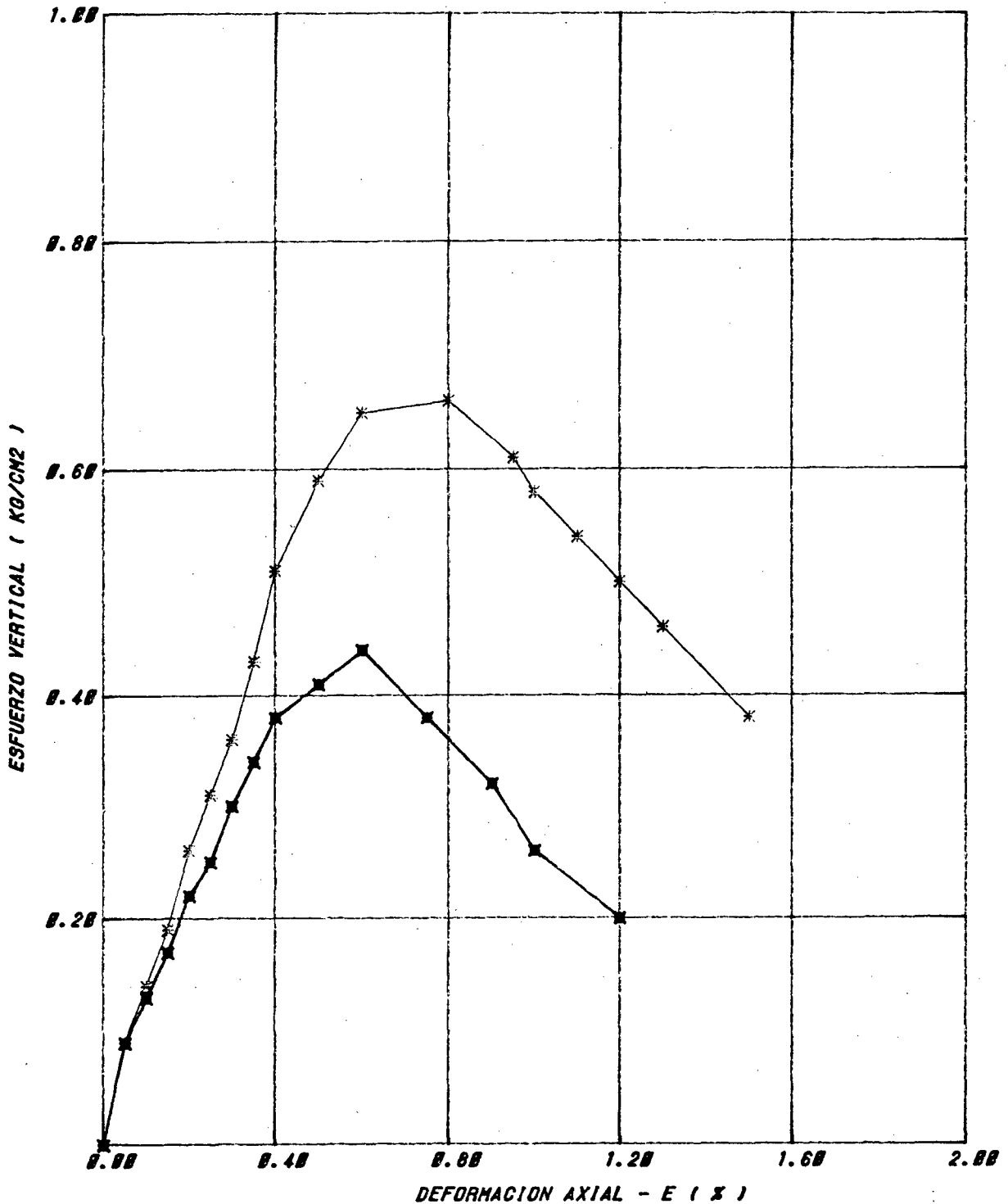
CARGA TOTAL APLICADA ( Kg )	DEFORMACION VERTICAL PERMANENTE ( % )	AREA DE SECCION RECTA ( cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO DESVIADOR APLICADO ( Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	19.91	0.00
1.79	0.05	19.92	0.09
2.59	0.10	19.93	0.13
3.39	0.15	19.94	0.17
4.39	0.20	19.95	0.22
4.99	0.25	19.96	0.25
5.99	0.30	19.97	0.30
6.79	0.35	19.98	0.34
7.60	0.40	19.99	0.38
8.20	0.50	20.01	0.41
8.81	0.60	20.03	0.44
7.62	0.75	20.06	0.38
6.43	0.90	20.09	0.32
5.23	1.00	20.11	0.26
4.03	1.20	20.15	0.20



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

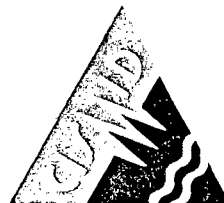
PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO J. SIMONS MUESTRA : NI-1-C1  
UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.30  
FECHA : ESTADO : Inalterado







UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA  
\*\*\*\*\*

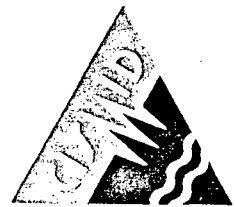
SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO JUAN SIMONS  
UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
  
CALICATA : C-6  
MUESTRA : MI-1  
PROFUNDIDAD : 0.20 - 2.00  
CLASIF. SUCS : MH  
ESTADO : Inalterado  
FECHA : Junio. 1994

=====





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES**  
**SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES**  
**LABORATORIO GEOTECNICO**



ESPECIMEN # 1

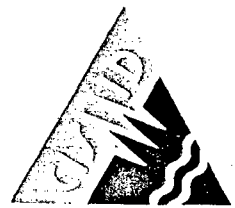
DIAMETRO INICIAL = 5.07 cm.      CONT. DE HUMEDAD = 45.36 %  
 ALTURA INICIAL = 10.07 cm.      DENSIDAD SECA = 1.09 gr/cm3  
 AREA INICIAL = 20.19 cm2      VOLUMEN INICIAL = 203.30 cm3

CARGA TOTAL APLICADA ( Kg )	DEFORMACION VERTICAL PERMANENTE ( % )	AREA DE SECCION RECTA ( cm2 )	ESFUERZO DESVIADOR APLICADO ( Kg/cm2 )
0.00	0.00	20.19	0.00
1.62	0.05	20.20	0.08
2.43	0.10	20.21	0.12
3.64	0.15	20.22	0.18
4.45	0.20	20.23	0.22
5.26	0.25	20.24	0.26
5.87	0.30	20.25	0.29
6.69	0.35	20.26	0.33
7.30	0.40	20.27	0.36
7.71	0.45	20.28	0.38
8.32	0.50	20.29	0.41
9.34	0.60	20.31	0.46
10.37	0.70	20.33	0.51
10.99	0.80	20.35	0.54
11.82	0.90	20.37	0.58
12.64	1.00	20.39	0.62
13.27	1.11	20.42	0.65
13.69	1.20	20.43	0.67
14.11	1.30	20.45	0.69
14.54	1.40	20.48	0.71
14.76	1.50	20.50	0.72
15.18	1.60	20.52	0.74
15.40	1.70	20.54	0.75
15.86	2.00	20.60	0.77
15.94	2.50	20.71	0.77
15.59	2.90	20.79	0.75
15.40	3.00	20.81	0.74
14.82	3.25	20.87	0.71
14.23	3.50	20.92	0.68
10.30	4.00	21.03	0.49





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES**  
**SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES**  
**LABORATORIO GEOTECNICO**



ESPECIMEN # 2

DIAMETRO INICIAL = 5.05 cm.      CONT. DE HUMEDAD = 41.98 %  
 ALTURA INICIAL = 10.00 cm.      DENSIDAD SECA = 1.15 gr/cm<sup>3</sup>  
 AREA INICIAL = 20.03 cm<sup>2</sup>      VOLUMEN INICIAL = 200.30 cm<sup>3</sup>

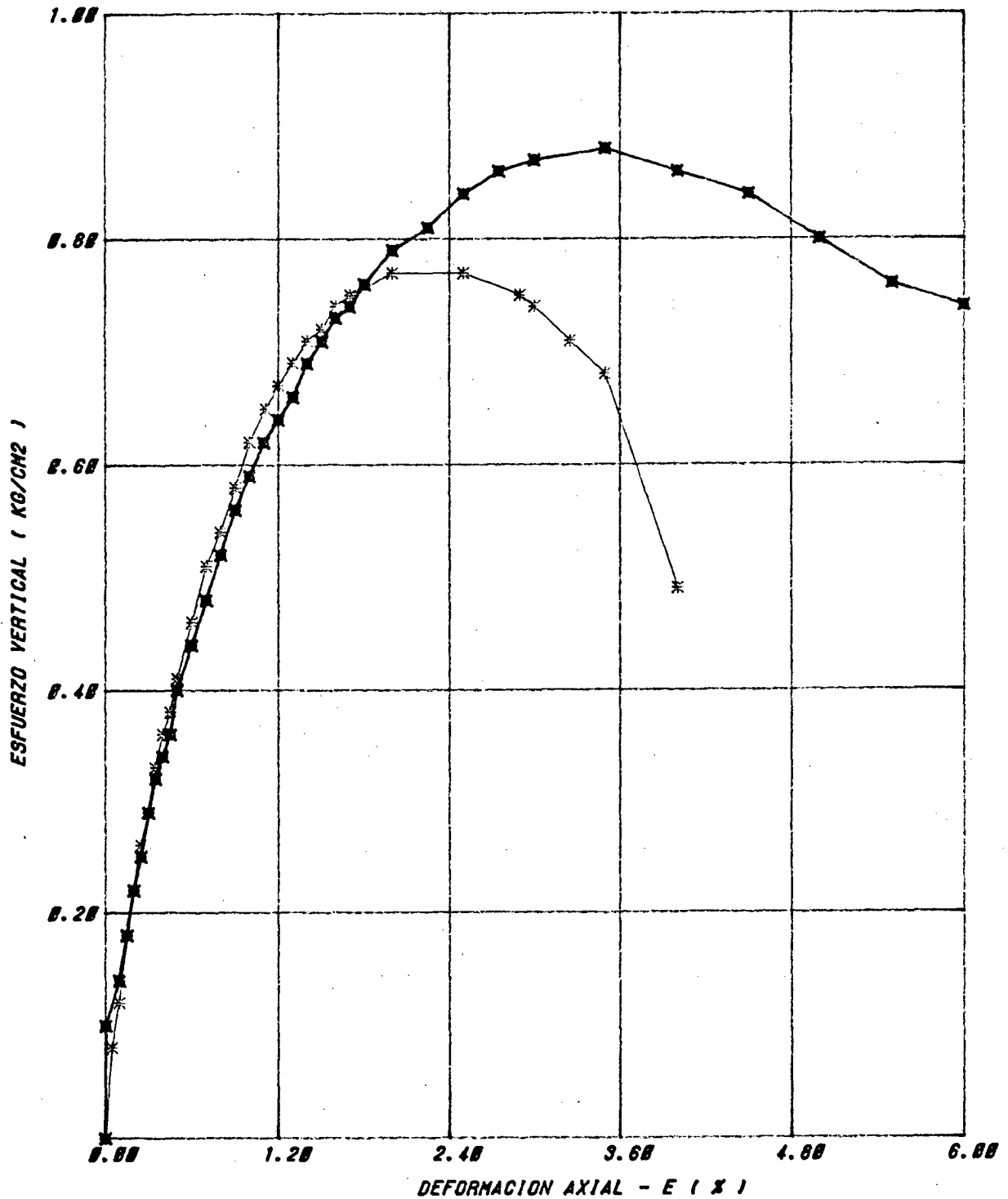
CARGA TOTAL APLICADA ( Kg )	DEFORMACION VERTICAL PERMANENTE ( % )	AREA DE SECCION RECTA ( cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO DESVIADOR APLICADO ( Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	20.03	0.00
2.00	0.01	20.03	0.10
2.81	0.10	20.05	0.14
3.61	0.15	20.06	0.18
4.42	0.20	20.07	0.22
5.02	0.25	20.08	0.25
5.83	0.30	20.09	0.29
6.43	0.35	20.10	0.32
6.84	0.40	20.11	0.34
7.24	0.45	20.12	0.36
8.05	0.50	20.13	0.40
8.87	0.60	20.15	0.44
9.68	0.70	20.17	0.48
10.50	0.80	20.19	0.52
11.32	0.90	20.21	0.56
11.94	1.00	20.23	0.59
12.56	1.10	20.25	0.62
12.97	1.20	20.27	0.64
13.39	1.30	20.29	0.66
14.02	1.40	20.31	0.69
14.44	1.50	20.33	0.71
14.86	1.60	20.36	0.73
15.08	1.70	20.38	0.74
15.50	1.80	20.40	0.76
16.15	2.00	20.44	0.79
16.60	2.25	20.49	0.81
17.26	2.50	20.54	0.84
17.71	2.75	20.60	0.86
17.96	3.00	20.65	0.87
18.27	3.50	20.76	0.88
17.94	4.00	20.86	0.86
17.62	4.50	20.97	0.84
16.87	5.00	21.08	0.80
16.11	5.50	21.20	0.76
15.77	6.00	21.31	



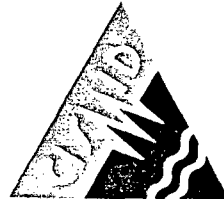
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO J. SIMONS NUESTRA : MI-1-C-6  
UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA PROFUNDIDAD : 0.20 - 2.00  
FECHA : ESTADO : Inalterado



#### **S.4.2.- ENSAYOS DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL**



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

\*\*\*\*\*

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : MI-1  
 ESTADO : Inalterado-Sat.  
 CLASIF. SUCS : CH  
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.30  
 HUMEDAD INIC. : 28.34 %  
 HUMEDAD FIN. : 28.38 %  
 G. SATURAC. IN. : 91.16 %  
 G. SATURAC. FN. : 98.09 %  
 FECHA INICIO : 18-05-94  
 FECHA TERMINO : 03-06-94

=====





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO**



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
\*\*\*\*\*

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA MUESTRA : MI-1  
 PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA ESTADO : Inalterado-Sat.  
 FECHA INICIO : 18-05-91 DIAMETRO = 6.01 cm  
 FECHA TERMINO : 03-06-91 ALTURA = 1.91 cm  
 GRAV. ESP. = 2.62 gr/cm<sup>3</sup>

CARGA (Kg/cm <sup>2</sup> )	LECT. FINAL (mm)	ASEXT. (mm)	ALT. FROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm <sup>2</sup> /min)
0.05	3.431	0.008	19.40	0.814	1.445	0.04	9.70	
0.10	3.420	0.019	19.39	0.813	1.445	0.10	9.70	
0.20	3.404	0.035	19.38	0.811	1.447	0.18	9.69	
0.40	3.350	0.089	19.36	0.806	1.451	0.46	9.68	3.520
0.80	3.242	0.197	19.30	0.796	1.459	1.02	9.65	3.501
1.60	3.006	0.433	19.18	0.774	1.477	2.23	9.59	3.458
3.20	2.523	0.916	18.94	0.729	1.516	4.72	9.47	3.301
6.40	1.831	1.608	18.60	0.664	1.574	8.29	9.30	3.182
3.20	1.888	1.551	18.62	0.669	1.569	7.99	9.31	
1.60	1.959	1.480	18.66	0.676	1.563	7.63	9.33	
0.80	2.040	1.399	18.70	0.684	1.556	7.21	9.35	
0.40	2.116	1.323	18.74	0.691	1.550	6.82	9.37	
0.20	2.165	1.274	18.76	0.695	1.545	6.57	9.38	
0.10	2.222	1.217	18.79	0.701	1.541	6.27	9.40	
0.05	2.231	1.208	18.80	0.701	1.540	6.23	9.40	

RELACION INICIAL DE VACIOS e. = 0.814  
 PRESION DE CONSOLIDACION Pc = 1.709 kg/cm<sup>2</sup>  
 INDICE DE COMPRESION Cc = 0.221  
 INDICE DE EXPANSION Cs = 0.023

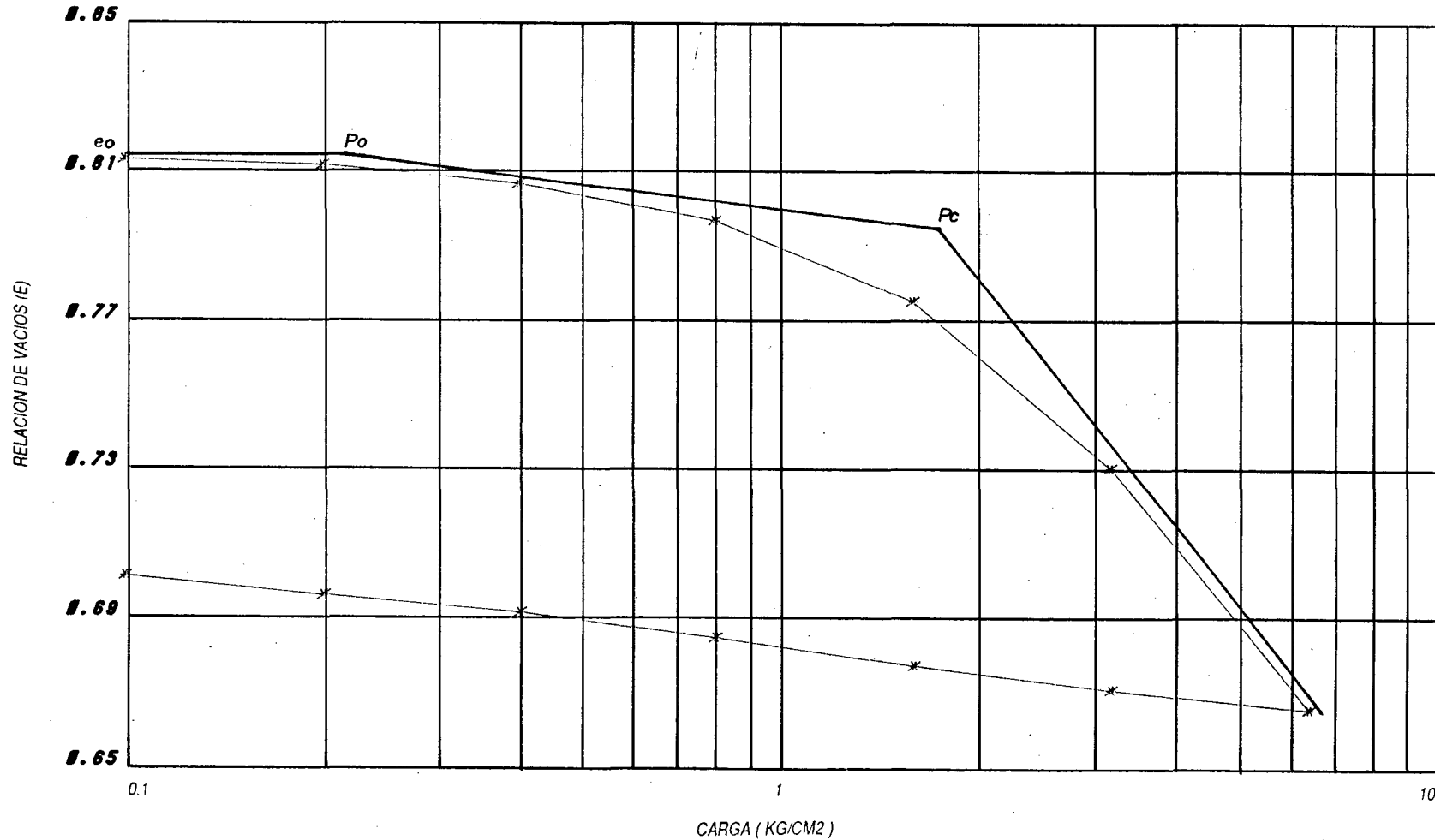


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

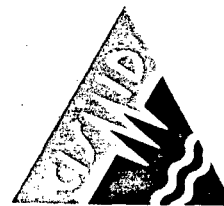
RELACION DE VAGIOS (e) VS. CARGA ( Kg/cm<sup>2</sup> )

PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
 FECHA : Junio. 1984

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : NI-1  
 ESTADO : Inalterado-Sat.







ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
 \*\*\*\*\*

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : MI-1  
 ESTADO : Inalterado-Sat.  
 CLASIF. SUCS : SC  
 PROFUNDIDAD : 2.30 - 4.20  
 HUMEDAD INIC. : 27.04 %  
 HUMEDAD FIN. : 27.02 %  
 G. SATURAC. IN. : 94.66 %  
 G. SATURAC. FN. : 98.83 %  
 FECHA INICIO : 18-05-94  
 FECHA TERMINO : 03-06-94

=====





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO**



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
\*\*\*\*\*

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA MUESTRA : MI-1  
 PROYECTO : DRENAJE-ARROPUERTO JUAN SIMONS ESTADO : Inalterado-Sat.  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA DIAMETRO = 6.00 cm  
 FECHA INICIO : 18-05-94 ALTURA = 1.92 cm  
 FECHA TERMINO : 03-06-94 GRAV. ESP. = 2.61 gr/cm<sup>3</sup>

CARGA (Kg/cm <sup>2</sup> )	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOLI. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm <sup>2</sup> /min)
0.05	2.818	0.013	19.19	0.744	1.496	0.07	9.60	
0.10	2.789	0.042	19.18	0.742	1.498	0.22	9.59	
0.20	2.752	0.079	19.16	0.738	1.501	0.41	9.58	
0.40	2.674	0.157	19.12	0.731	1.508	0.82	9.56	3.828
0.80	2.590	0.241	19.08	0.724	1.514	1.26	9.54	3.811
1.60	2.427	0.404	19.00	0.709	1.527	2.10	9.50	3.779
3.20	2.213	0.618	18.89	0.689	1.545	3.22	9.45	3.736
6.40	1.861	0.970	18.72	0.657	1.575	5.05	9.36	3.667
3.20	1.898	0.933	18.73	0.661	1.572	4.86	9.37	
1.60	1.937	0.894	18.75	0.664	1.568	4.66	9.38	
0.80	1.989	0.842	18.78	0.669	1.564	4.39	9.39	
0.40	2.038	0.793	18.80	0.673	1.560	4.13	9.40	
0.20	2.077	0.754	18.82	0.677	1.556	3.93	9.41	
0.10	2.113	0.718	18.84	0.680	1.553	3.74	9.42	
0.05	2.125	0.706	18.85	0.681	1.552	3.68	9.42	

RELACION INICIAL DE VACIOS e. = 0.744  
 PRESION DE CONSOLIDACION Pc = 1.382 kg/cm<sup>2</sup>  
 INDICE DE COMPRESION Cc = 0.109  
 INDICE DE EXPANSION Cs = 0.013

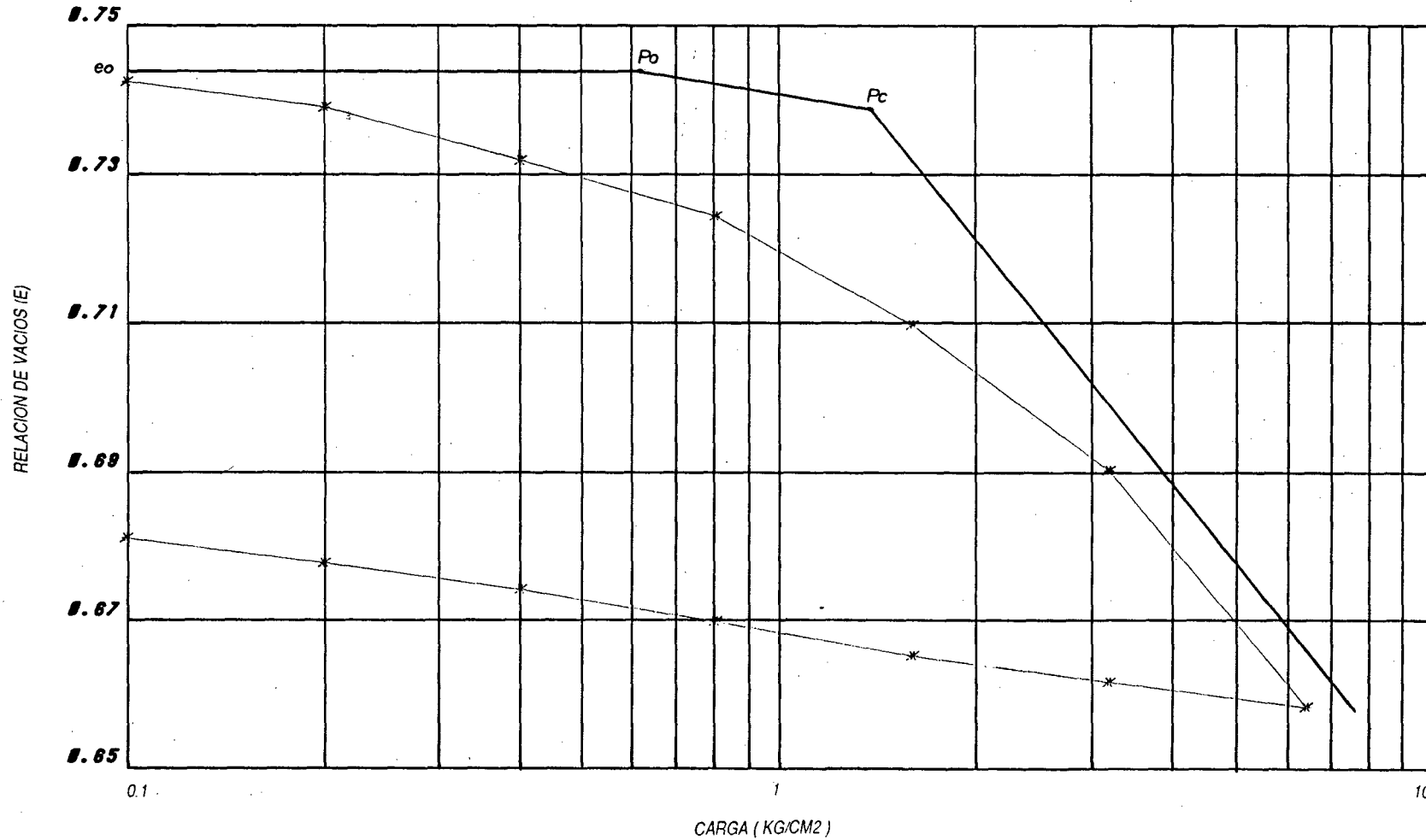


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA ( Kg/cm<sup>2</sup> )

PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
 FECHA : Junio. 1994

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : M1-1  
 ESTADO : Inalterado-Sat.





ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
 \*\*\*\*\*

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA  
 PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA

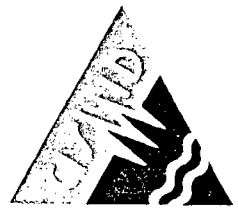
CALICATA : C-6  
 MUESTRA : MI-1  
 ESTADO : Inalterado-Sat.  
 CLASIF. SUCS : MH  
 PROFUNDIDAD : 0.20 - 2.00  
 HUMEDAD INIC. : 44.05 %  
 HUMEDAD FIN. : 41.04 %  
 G. SATURAC. IN. : 98.54 %  
 G. SATURAC. FN. : 100.00 %  
 FECHA INICIO : 18-05-94  
 FECHA TERMINO : 03-06-94

=====





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES**  
**SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES**  
**LABORATORIO GEOTECNICO**



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL  
 \*\*\*\*\*

ESPESIMEN # 1

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROV. DE RIOJA MUESTRA : MI-1  
 PROYECTO : DRENAJE-ARROPUERTO JUAN SIMONS  
 ESTADO : Inalterado-Sat.  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA DIAMETRO = 6.00 cm  
 FECHA INICIO : 18-05-94 ALTURA = 1.92 cm  
 FECHA TERMINO : 03-06-94 GRAV. ESP. = 2.52 gr/cm3

CARGA (Kg/cm2)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOLI. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm2/min)
0.05	2.726	0.024	19.19	1.124	1.186	0.13	9.59	
0.10	2.704	0.046	19.18	1.121	1.188	0.24	9.59	
0.20	2.650	0.100	19.15	1.116	1.191	0.52	9.58	
0.40	2.478	0.272	19.06	1.096	1.202	1.42	9.53	3.805
0.80	2.217	0.533	18.93	1.068	1.219	2.78	9.47	3.298
1.60	1.720	1.030	18.69	1.012	1.252	5.36	9.34	3.212
3.20	1.030	1.720	18.34	0.936	1.302	8.96	9.17	1.455
6.40	0.201	2.549	17.93	0.844	1.366	13.28	8.96	0.034
3.20	0.290	2.460	17.97	0.854	1.359	12.81	8.99	
1.60	0.415	2.335	18.03	0.868	1.349	12.16	9.02	
0.80	0.596	2.154	18.12	0.888	1.335	11.22	9.06	
0.40	0.763	1.987	18.21	0.906	1.322	10.35	9.10	
0.20	0.879	1.871	18.26	0.919	1.313	9.74	9.13	
0.10	1.006	1.744	18.33	0.933	1.303	9.08	9.16	
0.05	1.013	1.737	18.33	0.934	1.303	9.05	9.17	

RELACION INICIAL DE VACIOS e. = 1.124  
 PRESION DE CONSOLIDACION Pc = 1.163 kg/cm2  
 INDICE DE COMPRESION Cc = 0.306  
 INDICE DE EXPANSION Cs = 0.049

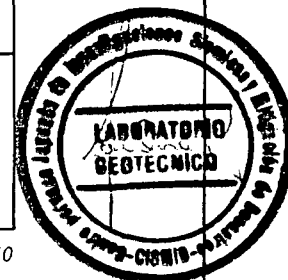
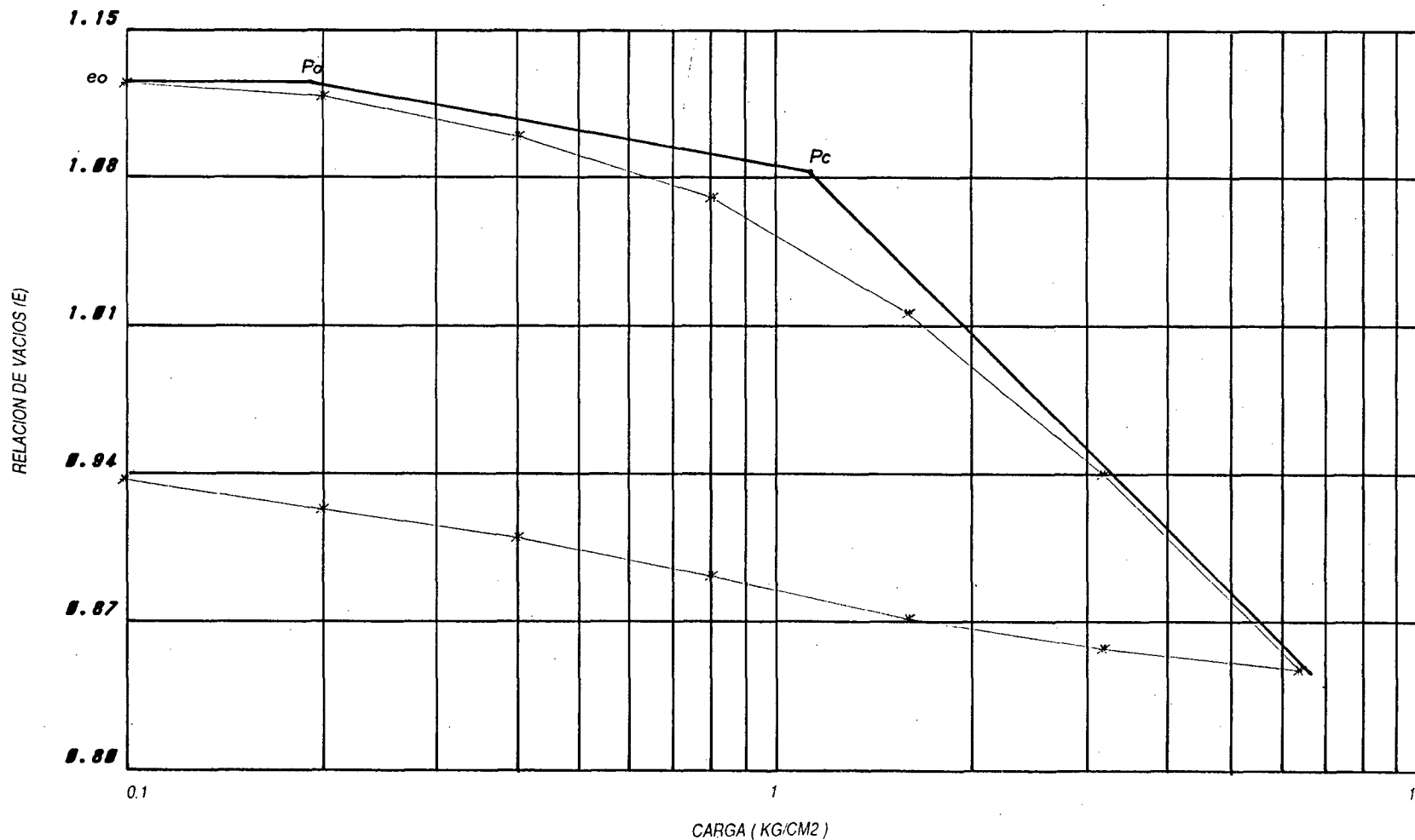


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA ( Kg/cm<sup>2</sup> )

PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
 FECHA : Junio. 1994

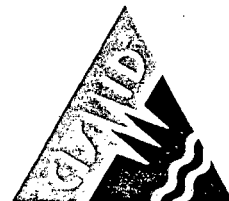
CALICATA : C-6  
 MUESTRA : M1-1  
 ESTADO : Inalterado-Sat.



### **S.4.3.- ENSAYOS DE CORTE DIRECTO**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO



INFORME N° : IG94-035  
-----

ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
\*\*\*\*\*

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE RIOJA  
PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO JUAN SIMONS  
UBICACION : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
  
CALICATA : C-1  
MUESTRA : MI-2  
PROFUNDIDAD : 2.30 - 4.20  
CLASIF. SUCS : SC  
ESTADO : Inalterado-Sat.  
FECHA : Junio. 1994

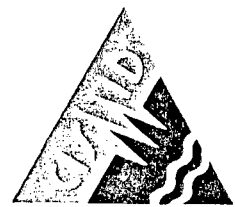
-----





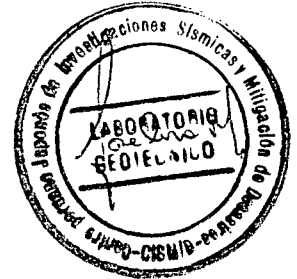


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO**



INFORME N° : IG94-035

-----



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

\*\*\*\*\*

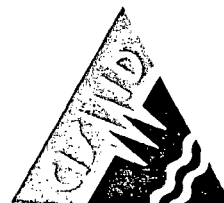
ESPECIMEN # 1

DIAMETRO	= 6.01 cm.	ESFUERZO NORMAL	= 1.00 Kg/cm <sup>2</sup>
ALTURA	= 1.96 cm.	DENSIDAD SECA	= 1.51 gr/cm <sup>3</sup>
C.HUMEDAD INIC.	= 26.90 %	C.HUMEDAD FIN.	= 29.32 %
G.SATURAC. INIC.	= 96.91 %	G.STURAC. FIN.	= 100.00 %

DEF. TANGENCIAL ( % )	ESFUERZO DE CORTE ( Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO ( TAU/SIGMA )
0.00	0.00	0.00
0.05	0.23	0.23
0.10	0.28	0.28
0.20	0.36	0.36
0.35	0.47	0.47
0.50	0.50	0.50
0.75	0.54	0.54
1.00	0.58	0.58
1.25	0.62	0.62
1.50	0.63	0.63
1.75	0.64	0.64
2.00	0.64	0.64
2.50	0.64	0.64
3.00	0.64	0.64
3.50	0.62	0.62
4.00	0.60	0.60
4.50	0.59	0.59
5.00	0.58	0.58
6.00	0.55	0.55
7.00	0.53	0.53
8.00	0.51	0.51
9.00	0.50	0.50
10.00	0.48	0.48
11.00	0.47	0.47
12.00	0.48	0.48
13.00	0.53	0.53
14.00	0.54	0.54
15.00	0.57	0.57



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
LABORATORIO GEOTECNICO**



INFORME N° : IG94-035



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

\*\*\*\*\*

ESPECIMEN # 2

DIAMETRO	=	5.99	cm.	ESFUERZO NORMAL	=	2.00	Kg/cm <sup>2</sup>
ALTURA	=	1.84	cm.	DENSIDAD SECA	=	1.57	gr/cm <sup>3</sup>
C.HUMEDAD INIC.	=	27.83	%	C.HUMEDAD FIN.	=	28.17	%
G.SATURAC. INIC.	=	100.00	%	G.SATURAC. FIN.	=	100.00	%

DEF. TANGENCIAL ( % )	ESFUERZO DE CORTE ( Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO ( TAU/SIGMA )
0.00	0.00	0.00
0.05	0.18	0.09
0.10	0.25	0.13
0.20	0.37	0.19
0.35	0.50	0.25
0.50	0.60	0.30
0.75	0.72	0.36
1.00	0.80	0.40
1.25	0.84	0.42
1.50	0.86	0.43
1.75	0.87	0.44
2.00	0.88	0.44
2.50	0.87	0.44
3.00	0.87	0.44
3.50	0.85	0.43
4.00	0.81	0.41
4.50	0.79	0.40
5.00	0.77	0.39
6.00	0.74	0.37
7.00	0.72	0.36
8.00	0.68	0.34
9.00	0.67	0.34
10.00	0.65	0.33
11.00	0.65	0.33
12.00	0.65	0.33
13.00	0.64	0.32
14.00	0.64	0.32
15.00	0.63	0.32



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES  
 SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES  
 LABORATORIO GEOTECNICO



INFORME N° : IG94-035



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

\*\*\*\*\*

ESPECIMEN # 3

DIAMETRO	=	6.00	cm.	ESFUERZO NORMAL	=	4.00	Kg/cm <sup>2</sup>
ALTURA	=	1.84	cm.	DENSIDAD SECA	=	1.54	gr/cm <sup>3</sup>
C.HUMEDAD INIC.	=	27.59	%	C.HUMEDAD FIN.	=	26.73	%
G.SATURAC. INIC.	=	100.00	%	G.SATURAC. FIN.	=	99.95	%

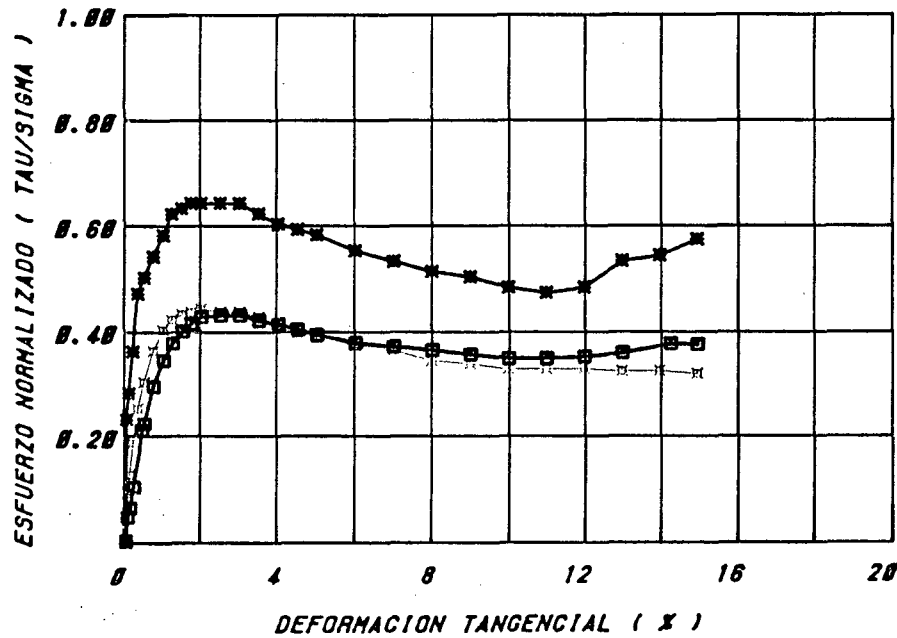
DEF. TANGENCIAL ( % )	ESFUERZO DE CORTE ( Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO ( TAU/SIGMA )
0.00	0.00	0.00
0.05	0.18	0.05
0.10	0.25	0.06
0.20	0.40	0.10
0.45	0.83	0.21
0.50	0.88	0.22
0.75	1.17	0.29
1.00	1.37	0.34
1.25	1.50	0.38
1.50	1.59	0.40
1.75	1.65	0.41
2.00	1.70	0.43
2.50	1.71	0.43
3.00	1.71	0.43
3.50	1.67	0.42
4.00	1.64	0.41
4.50	1.60	0.40
5.00	1.56	0.39
6.00	1.50	0.38
7.00	1.47	0.37
8.00	1.44	0.36
9.00	1.41	0.35
10.00	1.38	0.35
11.00	1.38	0.35
12.00	1.39	0.35
13.00	1.42	0.36
14.29	1.49	0.37
15.00	1.48	0.37



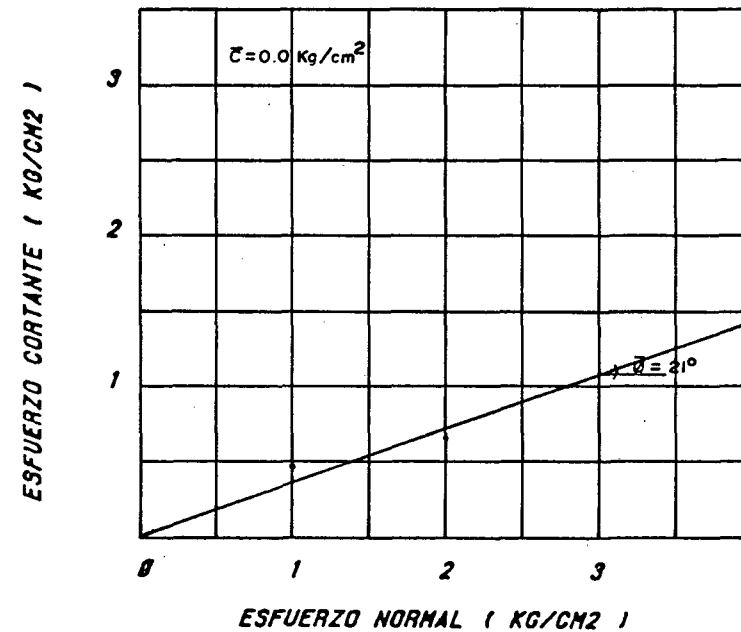
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO : DRENAJE-AEROPUERTO JUAN SIMONS  
 LUGAR : REGION SAN MARTIN - RIOJA  
 CALICATA : C-1  
 MUESTRA : MI-2  
 PROFUNDIDAD : 2.30 - 4.20  
 ESTADO : Inalterado-Sat.  
 CLASIF. SUCS : SC  
 FECHA : Junio. 1994

ESP No	D cm	H cm	C. HUMEDAD		D. SECA gr/cm <sup>3</sup>	ESF. NOR kg/cm <sup>2</sup>
			inicial	final		
1	6.01	1.98	26.90	29.32	1.51	1.00
2	5.99	1.84	27.83	28.17	1.57	2.00
3	6.00	1.84	27.59	26.73	1.54	4.00



1  
 2  
 3



**H. - HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA**

## HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA

### H.1.- RELACION DE CUADROS

- 1.- Precipitación Mensual (Estación CORPAC-RIOJA).. 343
- 2.- Calculo de Intensidades Máximas.. 346
- 3.- Intensidades Máximas vs Duración.. 348
- 4.- Intensidades Máximas - Frecuencia - Duración.. 349
- 5.- Descargas de Diseño - Método Racional.. 350
- 6.- Parametros Geomorfologicos.. 351
- 7.- Parametros de Hidrogramas de Crecidas.. 352
- 8.- Descargas de diseño - Método del Hidrograma.  
Unitario.. 353

### H.2.- RELACION DE FIGURAS

- 1.- Ajuste Probabilistico de Intensidades Máximas  
de 5 a 240 minutos
  - Log-Normal II.. 355
  - Leyes de Gumbel.. 363
  - Log-normal III.. 371
- 2.- Ajuste Probabilistico LOG-NORMAL, Terminal  
CORPAC-RIOJA.. 379

## H.1.- CUADROS

PRECIPITACION MENSUAL x AÑO (Estación CORPAC-RIOJA)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBRE	NOVIEMB.	DICIEMB.	ACUMUL.
1980	123,70	119,30	181,60	53,70	99,10	74,00	59,30	158,00	28,50	165,20	201,00	154,00	1417,40
1981	98,00	185,00	184,00	143,10	184,00	198,40	62,00	130,80	20,00	160,00	135,00	144,60	1644,90
1982	67,90	140,00	214,00	111,90	140,00	74,00	112,30	35,30	78,20	26,30	218,00	174,60	1392,50
1983	117,50	206,30	113,00	185,00	58,10	57,00	30,00	68,00	49,30	133,00	94,00	169,00	1280,20
1984	146,50	182,00	156,00	227,00	137,00	100,00	9,00	73,00	99,00	138,00	115,70	116,70	1499,90
1985	79,00	102,20	192,50	155,50	231,30	33,10	86,10	79,20	170,00	158,10	136,70	188,40	1612,10
1986	164,70	250,90	237,90	116,40	152,20	11,00	51,60	63,10	270,30	117,40	153,80	187,90	1777,20
1987	193,20	250,50	90,40	123,50	80,30	29,90	58,80	67,30	93,30	185,80	142,30	149,30	1484,60
1988	89,70	120,30	228,60	214,80	76,60	15,50	14,30	64,90	62,80	286,20	197,60	97,20	1468,50
1989	145,80	176,60	163,00	161,80	111,30	116,80	28,60	208,60	68,80	161,10	100,10	32,60	1475,10
1990	144,00	257,20	177,00	224,90	80,00	64,50	59,00	63,60	56,10	186,10	120,50	143,70	1576,60
1991	58,00	186,60	300,90	244,80	109,00	78,00	42,80	66,80	146,00	58,30	233,00	39,80	1564,00
1992	124,70	161,00	255,30	95,20	26,50	55,30	41,00	86,60	80,40	82,20	130,80	107,70	1246,70
1993	138,50	214,80	708,00	187,70	138,20	47,20	23,90	39,70	106,00	182,50	137,60	115,30	2039,40
1994	138,00	170,70	201,8	328,00	92,30	114,00	116,00	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Promedio Anual (mm/a) =													1532,79

CUADRO N° 1



## CALCULO DE INTENSIDADES MAXIMAS

Estacion: TERMINAL - CORPAC

Prov.: RIOJA

AÑO	FECHA	TIEMPO (min.)	TIEMPO (horas)	PRECIPITACION (mm)	INTENSIDAD (mm/hora)
1980	13-03	15	0.25	11.00	44.00
1980	01-05	15	0.25	8.00	32.00
1980	15-07	8	0.13	3.00	22.50
1980	23-07	20	0.33	9.30	27.90
1980	27-12	70	1.17	41.00	35.14
1981	10-02	15	0.25	14.00	56.00
1981	20-05	10	0.17	8.00	48.00
1981	15-06	65	1.08	38.00	35.08
1981	14-08	30	0.50	20.50	41.00
1981	17-10	40	0.67	47.00	70.50
1982	04-01	7	0.12	7.00	60.00
1982	15-02	25	0.42	16.00	38.40
1982	30-03	10	0.17	8.00	48.00
1982	14-07	10	0.17	7.00	42.00
1982	25-07	30	0.50	25.30	50.60
1983	02-04	30	0.50	17.00	34.00
1983	21-04	25	0.42	20.00	48.00
1983	20-09	20	0.33	9.00	27.00
1983	28-10	50	0.83	22.00	26.40
1983	21-12	5	0.08	3.00	36.00
1984	11-02	20	0.33	10.00	30.00
1984	08-03	10	0.17	14.00	84.00
1984	17-07	60	1.00	28.00	28.00
1984	17-08	15	0.25	14.00	56.00
1984	04-10	10	0.17	7.00	42.00
1985	10-04	13	0.22	17.00	78.46
1985	17-06	20	0.33	23.00	69.00
1985	16-08	10	0.17	5.00	30.00
1985	26-09	80	1.33	60.00	45.00
1985	12-11	25	0.42	18.40	44.16

continua...

CUADRO N° 2

...sigue

AÑO	FECHA	TIEMPO (min.)	TIEMPO (horas)	PRECIPITACION (mm)	INTENSIDAD (mm/hora)
1986	27-02	10	0.17	7.00	42.00
1986	09-03	14	0.23	10.00	42.86
1986	01-05	20	0.33	14.00	42.00
1986	09-06	15	0.25	11.00	44.00
1986	14-10	35	0.58	38.70	66.34
1987	29-01	20	0.33	13.00	39.00
1987	14-04	60	1.00	38.90	38.90
1987	06-10	25	0.42	20.00	48.00
1987	09-10	13	0.22	11.00	50.77
1987	07-11	20	0.33	13.70	41.10
1988	28-04	35	0.58	15.00	25.71
1988	26-10	45	0.75	24.00	32.00
1988	03-11	25	0.42	11.00	26.40
1988	25-11	35	0.58	14.00	24.00
1988	14-12	20	0.33	10.00	30.00
1989	03-02	20	0.33	12.00	36.00
1989	27-04	45	0.75	130.00	173.33
1989	01-06	5	0.08	3.80	45.60
1989	04-08	40	0.67	16.00	24.00
1989	08-08	25	0.42	11.00	26.40
1990	01-04	85	1.42	43.00	30.35
1990	30-04	12	0.20	6.00	30.00
1990	03-07	25	0.42	13.00	31.20
1990	02-10	35	0.58	25.00	42.86
1990	09-11	10	0.17	8.00	48.00
1991	09-02	15	0.25	4.00	16.00
1991	17-05	46	0.77	17.00	22.17
1991	05-06	15	0.25	6.00	24.00
1991	02-08	15	0.25	6.00	24.00
1991	19-09	67	1.12	14.30	12.81
1992	05-02	30	0.50	8.00	16.00
1992	05-09	7	0.12	2.00	17.14
1992	02-10	17	0.28	6.60	23.29
1992	11-10	28	0.47	7.30	15.64
1992	21-11	38	0.63	10.30	16.26
1993	01-03	10	0.17	55.00	330.00
1993	11-03	60	1.00	65.00	65.00
1993	16-03	5	0.08	5.00	60.00
1993	17-03	5	0.08	60.00	720.00
1993	26-03	60	1.00	26.00	26.00

CUADRO N° 2

**CUADRO DE INTENSIDADES MAXIMAS (mm/hr) - DURACION (min.)**

AÑO	DURACION (Minutos)						
	5	10	15	30	60	120	240
1980	44.00	44.00	44.00	39.57	37.36	34.94	31.27
1981	70.50	70.50	70.50	70.50	65.00	52.06	45.76
1982	60.00	48.00	52.00	52.79	49.22	43.81	41.10
1983	48.00	48.00	48.00	46.00	40.00	33.30	29.85
1984	84.00	84.00	70.00	63.00	47.33	37.67	32.83
1985	78.46	78.46	69.00	73.10	60.25	52.58	42.35
1986	66.34	66.34	66.34	66.34	56.84	49.45	45.72
1987	50.77	50.77	48.00	49.00	45.97	42.45	40.67
1988	32.00	32.00	32.00	32.00	31.50	28.93	26.92
1989	173.33	173.33	173.33	173.33	139.79	83.40	53.70
1990	48.00	48.00	31.00	44.57	40.80	35.64	32.87
1991	24.00	24.00	24.00	24.00	23.08	19.59	16.20
1992	23.29	23.29	23.29	20.45	18.35	17.10	16.37
1993	720.00	525.00	460.00	262.50	163.75	101.16	63.58

**CUADRO N° 3**

### CUADRO DE INTENSIDADES MAX. - FRECUENCIA - DURACION

Posicion m	Frecuencia (m/n+1)	DURACION (Minutos)						
		5	10	15	30	60	120	240
1	0.067	720.00	525.00	460.00	262.50	163.75	101.16	63.58
2	0.133	173.33	173.33	173.33	173.33	139.79	83.40	53.70
3	0.200	84.00	84.00	80.00	73.10	65.00	52.58	45.76
4	0.267	78.46	78.46	75.00	70.50	60.25	52.06	45.72
5	0.333	70.50	70.50	69.00	66.34	56.84	49.45	42.35
6	0.400	66.34	66.34	66.34	63.00	49.22	43.81	41.10
7	0.467	60.00	57.18	53.00	52.79	47.33	42.45	40.67
8	0.533	50.77	50.77	50.00	49.00	45.97	37.67	32.87
9	0.600	48.00	48.00	48.00	46.00	40.80	35.64	32.83
10	0.667	48.00	48.00	45.00	44.57	40.00	34.94	31.27
11	0.733	44.00	44.00	41.00	39.57	37.36	33.30	29.85
12	0.800	32.00	32.00	32.00	32.00	31.50	28.93	26.92
13	0.867	24.00	24.00	24.00	24.00	23.08	19.59	16.37
14	0.933	23.29	23.29	23.29	20.45	18.35	17.10	16.20

CUADRO N° 4

**DESCARGA DE DISEÑO (m3/s)**  
**METODO RACIONAL**

N° Cuenca	Tipo de Zona	Tr (años)	Area (Km2)	Tc (hr)	Intensidad (mm/hr)	Coef. Eскур. "C"	Qdiseño (m3/s)
1	Urbana	20	0.149	1.83	96.51	0.80	3.20
2	Urbana	10	0.012	0.56	132.22	0.70	0.31
3	Urbana	10	0.043	0.63	127.82	0.70	1.07
4	Urbana	10	0.031	1.12	101.31	0.80	0.70
5	Semiurbana	20	0.152	3.76	69.42	0.30	0.88
6	Urbana	10	0.047	1.16	100.26	0.80	1.05
7	Urbana	10	0.031	1.52	89.31	0.75	0.58
8	Urbana	10	0.034	1.76	82.17	0.80	0.62
9	Urbana	10	0.027	1.37	93.90	0.70	0.49
10	Urbana	10	0.027	1.32	95.46	0.70	0.50
11	Urbana	20	0.124	1.87	94.64	0.80	2.61
12	Urbana	10	0.019	0.88	112.19	0.70	0.41
13	Rural	10	0.037	0.97	107.05	0.25	0.28
14	Urbana	10	0.037	0.68	124.65	0.80	1.03
15	Urbana	10	0.018	0.69	124.53	0.80	0.50
16	Urbana	10	0.037	1.13	101.10	0.80	0.83
17	Urbana	10	0.053	1.01	105.00	0.80	1.24
18	Urbana	10	0.035	1.18	99.63	0.80	0.78
19	Urbana	10	0.027	0.70	114.06	0.80	0.68
20	Urbana	10	0.048	1.07	102.75	0.75	1.03
21	Urbana	10	0.051	0.90	111.26	0.75	1.18
22	Rural (Trancayacu)	50	1.257	5.70	78.40	0.20	5.48
23	Semiurbana	10	0.091	1.34	90.21	0.60	1.37
24	Semiurbana	20	0.319	2.72	81.27	0.70	5.05
25	Rural	50	1.637	8.28	78.40	0.20	7.14
26	Rural (Chiriquiyacu)	50	1.086	7.41	78.40	0.20	4.73

\* Tiempo de Retorno establecido segun la importancia del área

**CUADRO N° 5**

PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS

N° Cuenca	Tipo de Zona	AREA (Km2)	Long.Cauce Lc (Km)	Long.Cauce Log (Km)	ALTITUD		Diferencia Altura (m)	PENDIENTE S (m/m)
					Maximo m.s.n.m.	Minimo m.s.n.m.		
1	Urbana	0.149	0.800	0.340	842.8	830.7	12.1	0.015
2	Urbana	0.012	0.250	0.085	842.0	830.5	11.5	0.046
3	Urbana	0.043	0.290	0.095	842.0	830.0	12.0	0.041
4	Urbana	0.031	0.500	0.200	839.2	826.0	13.2	0.028
5	Semiurbana	0.152	0.850	0.590	826.8	824.0	2.8	0.003
6	Urbana	0.047	0.520	0.230	841.0	824.3	16.7	0.032
7	Urbana	0.031	0.360	0.130	824.8	823.6	1.2	0.003
8	Urbana	0.034	0.350	0.190	824.9	823.8	1.1	0.003
9	Urbana	0.027	0.240	0.165	824.0	823.0	1.0	0.004
10	Urbana	0.027	0.330	0.140	824.8	822.5	2.3	0.007
11	Urbana	0.124	0.800	0.440	840.8	823.0	17.8	0.022
12	Urbana	0.019	0.280	0.140	826.0	822.0	4.0	0.014
13	Rural	0.037	0.330	0.120	825.0	822.0	3.0	0.009
14	Urbana	0.037	0.245	0.115	831.0	824.0	7.0	0.029
15	Urbana	0.018	0.295	0.110	834.5	823.5	11.0	0.037
16	Urbana	0.037	0.460	0.270	841.5	823.4	18.1	0.039
17	Urbana	0.053	0.500	0.185	841.5	822.0	19.5	0.039
18	Urbana	0.035	0.530	0.250	840.5	821.5	19.0	0.036
19	Urbana	0.027	0.340	0.100	834.5	821.8	12.7	0.037
20	Urbana	0.048	0.380	0.240	832.0	821.5	10.5	0.028
21	Urbana	0.051	0.330	0.200	832.0	819.8	12.2	0.037
22	Rural (Trancayacu)	1.257	2.550	1.650	845.0	822.0	23.0	0.009
23	Semiurbana	0.091	0.360	0.270	827.0	823.5	3.5	0.010
24	Semiurbana	0.319	0.740	0.330	827.0	823.8	3.2	0.004
25	Rural	1.637	3.300	2.000	850.0	820.0	30.0	0.009
26	Rural (Chiriquiyacu)	1.086	3.000	1.690	850.0	821.5	28.5	0.010

(\*) : Quebrada Rumiayacu no ha sido considerada por no tener influencia en los tramos de ampliacion del estudio.

CUADRO N° 6

PARAMETROS DE HIDROGRAMAS DE CRECIDAS

Nro. Cuenca	Tipo de Zona	Area (Km <sup>2</sup> )	Lc (Km)	Log (Km)	ALTITUD		H (m)	S (m/m)	TIEMPO DE CONCENTRACION				Metodo de Snyder					
					Maximo	Minimo			Kirpich	Gandioti	U.S.Army	C.D.H.	Tc (hr)	Qpico Unitario (m <sup>3</sup> /s/crn)	tiempo pico (hr)	tiempo base (hr)	Ancho 50% (hr)	Ancho 75% (hr)
					m.s.n.m.													
1	Urbana	0.149	0.80	0.34	842.80	830.70	12.1	0.015	0.006	0.124	1.825	0.236	1.825	0.136	1.991	77.476	6.470	3.692
2	Urbana	0.012	0.25	0.09	842.00	830.50	11.5	0.046	0.001	0.023	0.561	0.068	0.561	0.036	0.612	73.682	1.809	1.032
3	Urbana	0.043	0.29	0.10	842.00	830.00	12	0.041	0.002	0.142	0.632	0.076	0.632	0.114	0.689	73.895	2.056	1.174
4	Urbana	0.031	0.50	0.20	839.20	826.00	13.2	0.026	0.002	-0.016	1.123	0.140	1.123	0.048	1.225	75.368	3.827	2.184
5	Semiurbana	0.152	0.85	0.59	826.80	824.00	2.8	0.003	0.010	0.213	3.760	0.546	3.760	0.067	4.102	83.281	14.122	8.059
6	Urbana	0.047	0.52	0.23	841.00	824.30	16.7	0.032	0.002	0.027	1.158	0.144	1.158	0.068	1.263	75.473	3.957	2.258
7	Urbana	0.031	0.36	0.13	824.80	823.60	1.2	0.003	0.004	0.187	1.523	0.207	1.523	0.034	1.662	75.570	5.323	3.038
8	Urbana	0.034	0.35	0.19	824.90	823.80	1.1	0.003	0.005	0.253	1.761	0.269	1.761	0.032	1.921	77.282	6.223	3.551
9	Urbana	0.027	0.24	0.17	824.00	823.00	1	0.004	0.004	0.372	1.370	0.224	1.370	0.033	1.495	75.111	4.747	2.709
10	Urbana	0.027	0.33	0.14	824.80	822.50	2.3	0.007	0.003	0.134	1.318	0.171	1.318	0.034	1.436	75.953	4.551	2.597
11	Urbana	0.124	0.80	0.44	840.80	823.00	17.8	0.022	0.004	0.062	1.871	0.246	1.871	0.111	2.041	77.612	6.644	3.792
12	Urbana	0.019	0.28	0.14	826.00	822.00	4	0.014	0.002	0.082	0.884	0.136	0.884	0.036	0.964	74.651	2.956	1.687
13	Rural	0.037	0.33	0.12	825.00	822.00	3	0.009	0.003	0.198	0.967	0.143	0.967	0.064	1.055	74.900	3.257	1.859
14	Urbana	0.037	0.25	0.12	831.00	824.00	7	0.029	0.002	0.190	0.683	0.096	0.683	0.030	0.745	74.050	2.239	1.278
15	Urbana	0.018	0.30	0.11	834.50	823.50	11	0.037	0.001	0.035	0.685	0.068	0.685	0.044	0.748	74.056	2.247	1.282
16	Urbana	0.037	0.46	0.27	841.50	823.40	18.1	0.039	0.002	0.023	1.130	0.150	1.130	0.055	1.233	75.390	3.855	2.200
17	Urbana	0.053	0.50	0.19	841.50	822.00	19.5	0.039	0.002	0.048	1.012	0.118	1.012	0.067	1.104	75.036	3.422	1.953
18	Urbana	0.035	0.53	0.25	840.50	821.50	19	0.036	0.002	-0.013	1.179	0.147	1.179	0.050	1.286	75.536	4.035	2.303
19	Urbana	0.027	0.34	0.10	834.50	821.80	12.7	0.037	0.002	0.052	0.698	0.081	0.698	0.065	0.781	74.033	2.289	1.307
20	Urbana	0.048	0.38	0.24	832.00	821.50	10.5	0.028	0.003	0.118	1.075	0.156	1.075	0.075	1.172	75.224	3.651	2.084
21	Urbana	0.051	0.33	0.20	832.00	819.80	12.2	0.037	0.003	0.146	0.899	0.128	0.899	0.055	0.981	74.638	3.012	1.719
22	Rural (Trancayacu)	1.257	2.55	1.65	845.00	822.00	23	0.009	0.024	0.172	5.701	0.765	5.701	0.368	6.220	89.104	22.137	12.634
23	Semiurbana	0.091	0.38	0.27	827.00	823.50	3.5	0.010	0.006	0.445	1.343	0.234	1.343	0.113	1.465	76.028	4.644	2.650
24	Semiurbana	0.319	0.74	0.33	827.00	823.80	3.2	0.004	0.018	0.603	2.716	0.345	2.716	0.196	2.963	0.214	3.233	0.233
25	Rural	1.637	3.30	2.00	850.00	820.00	30	0.003	0.028	0.038	8.256	0.863	8.256	0.331	9.007	0.361	9.825	0.394
26	Rural (Chiriquiyacu)	1.086	3.00	1.89	850.00	821.50	28.5	0.010	0.019	-0.078	7.407	0.764	7.407	0.245	8.080	0.267	8.814	0.291

CUADRO N° 7

DESCARGAS DE DISEÑO (m3/S)

METODO H.U.

Nro. Cuenca	Tipo de Zona	Area (Km2)	Metodo de Snyder			Tr (años)	I (mm/hr)	Curva Tipo CN1	Curva Tipo CN2	Curva Tipo CN3	Lluvia Max. (cm)	Lluvia Neta N1 (cm)	Lluvia Neta N2 (cm)	Lluvia Neta N3 (cm)	Caudal Max. 1 (m3/s)	Caudal Max. 2 (m3/s)	Caudal Max. 3 (m3/s)
			Tc (hr)	Qpico Unitario (m3/s/cm)	tiempo pico (hr)												
1	Urbana	0.149	1.83	0.14	1.99	20	96.51	---	---	89	17.62	---	---	14.34	---	---	1.95
2	Urbana	0.012	0.56	0.04	0.61	10	132.22	---	---	89	7.41	---	---	4.64	---	---	0.17
3	Urbana	0.043	0.63	0.11	0.69	10	127.82	---	---	89	8.07	---	---	5.24	---	---	0.59
4	Urbana	0.031	1.12	0.05	1.22	10	101.31	---	---	89	11.37	---	---	8.32	---	---	0.38
5	Semiurbana	0.152	3.78	0.07	4.10	20	69.42	81	75	70	26.10	20.10	18.12	16.44	1.36	1.22	1.11
6	Urbana	0.047	1.16	0.07	1.26	10	100.26	---	---	89	11.61	---	---	8.54	---	---	0.58
7	Urbana	0.031	1.52	0.03	1.66	10	89.31	---	---	89	13.61	---	---	10.45	---	---	0.35
8	Urbana	0.034	1.76	0.03	1.92	10	82.17	---	---	89	14.47	---	---	11.28	---	---	0.36
9	Urbana	0.027	1.37	0.03	1.49	10	93.90	---	---	89	12.87	---	---	9.74	---	---	0.32
10	Urbana	0.027	1.32	0.03	1.44	10	95.46	---	---	89	12.58	---	---	9.47	---	---	0.32
11	Urbana	0.124	1.87	0.11	2.04	20	94.64	---	---	89	17.71	---	---	14.43	---	---	1.59
12	Urbana	0.019	0.88	0.04	0.96	10	112.19	---	---	89	9.92	---	---	6.94	---	---	0.25
13	Rural	0.037	0.97	0.06	1.05	10	107.05	73	65	58	10.35	4.02	2.72	1.78	0.26	0.17	0.11
14	Urbana	0.037	0.68	0.09	0.75	10	124.65	---	---	89	8.52	---	---	5.64	---	---	0.51
15	Urbana	0.018	0.69	0.04	0.75	10	124.53	---	---	89	8.54	---	---	5.66	---	---	0.25
16	Urbana	0.037	1.13	0.05	1.23	10	101.10	---	---	89	11.42	---	---	8.36	---	---	0.46
17	Urbana	0.053	1.01	0.09	1.10	10	105.00	---	---	89	10.63	---	---	7.61	---	---	0.66
18	Urbana	0.035	1.18	0.05	1.29	10	99.63	---	---	89	11.74	---	---	8.67	---	---	0.43
19	Urbana	0.027	0.70	0.06	0.76	10	114.06	---	---	89	7.96	---	---	5.13	---	---	0.33
20	Urbana	0.048	1.07	0.07	1.17	10	102.75	---	---	89	11.04	---	---	8.00	---	---	0.60
21	Urbana	0.051	0.90	0.09	0.98	10	111.26	---	---	89	10.00	---	---	7.03	---	---	0.66
22	Rural (Trancayacu)	1.257	5.70	0.37	6.22	50	78.40	73	65	58	44.70	35.12	31.65	28.32	12.91	11.64	10.42
23	Semiurbana	0.091	1.34	0.11	1.46	10	90.21	81	75	70	12.11	7.07	5.75	4.74	0.60	0.65	0.54
24	Semiurbana	0.319	2.72	0.20	2.96	20	81.27	81	75	70	22.08	16.25	14.40	12.86	3.18	2.82	2.52
25	Rural	1.637	8.26	0.33	9.01	50	78.40	73	65	58	64.73	54.68	50.79	46.91	18.08	16.80	15.52
26	Rural (Chiriquiyacu)	1.088	7.41	0.24	8.08	50	78.40	73	65	58	58.07	48.14	44.37	40.64	11.77	10.85	9.94

CUADRO N° 8

353

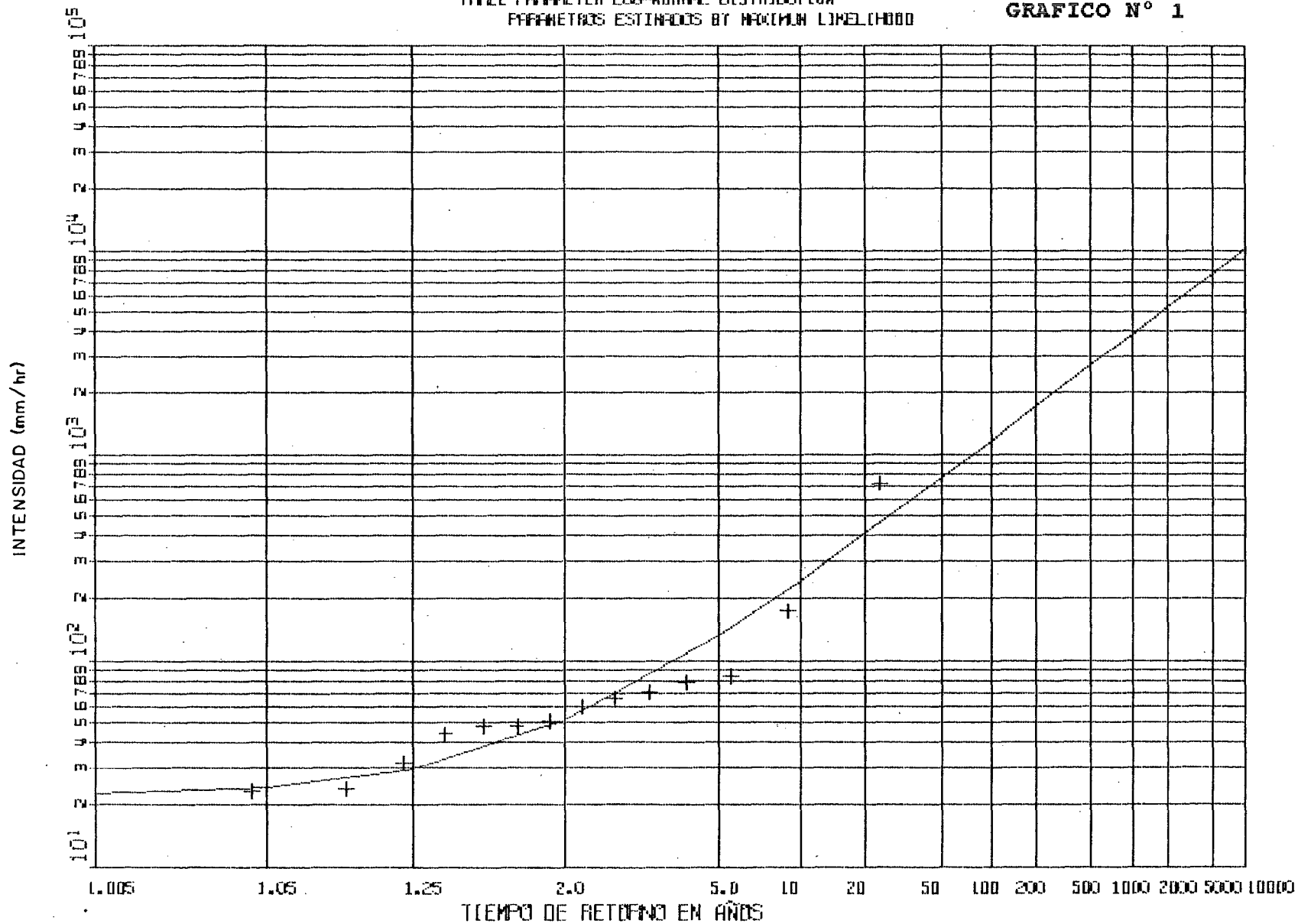


## H.2.- FIGURAS

LOG - NORMAL II

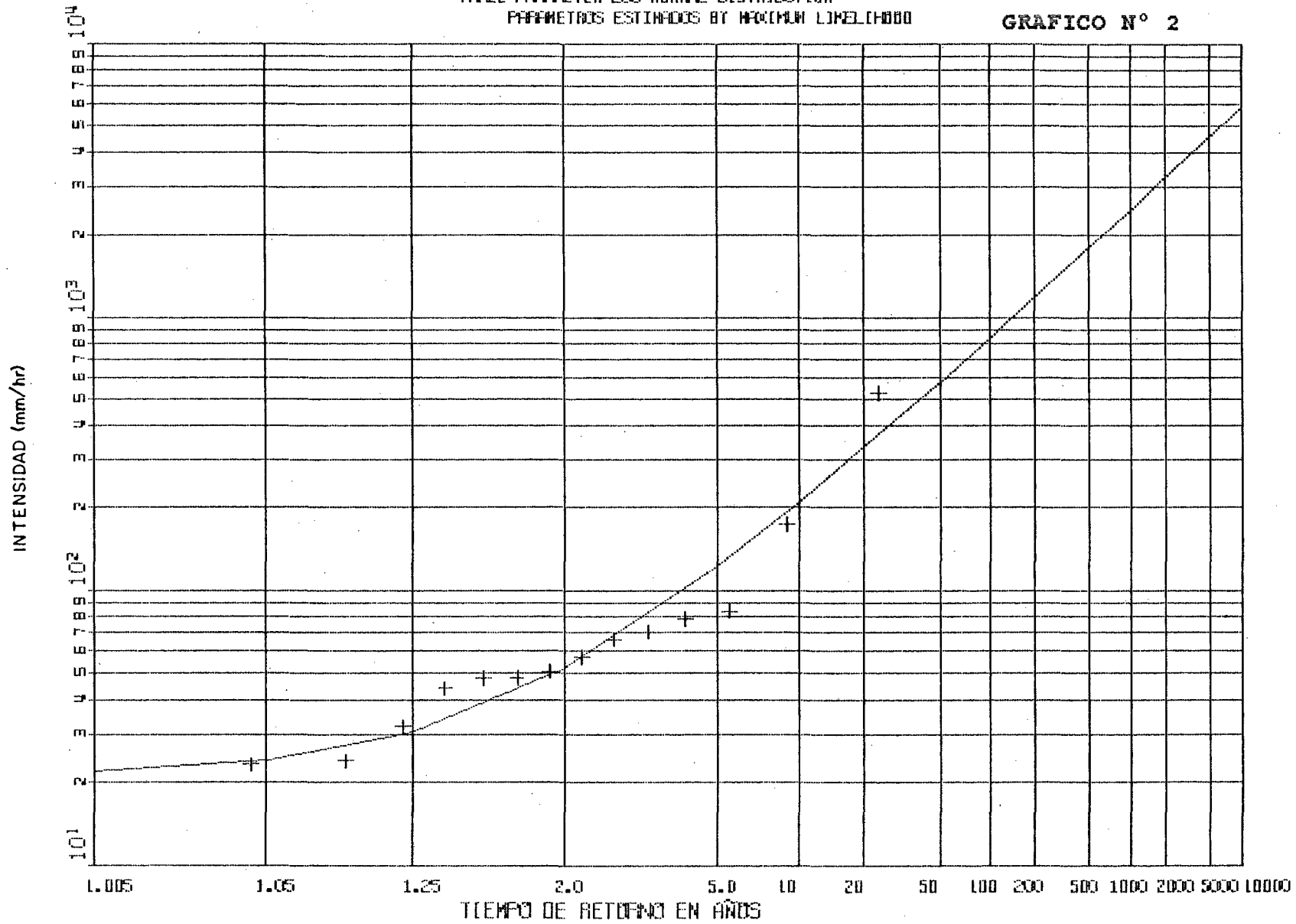
(INTENSIDADES ESTACION DAPPAC-RICOLA - 1980/1989 - 0.5 MIN  
 THREE PARAMETER LOG-NORMAL DISTRIBUTION  
 PARAMETERS ESTIMATED BY MAXIMUM LIKELIHOOD

GRAFICO N° 1



INTENSIDADES ESTACION DOPAC-RIOJA - 1980/1988 - D. 10 MIN  
 THREE PARAMETER LOG-NORMAL DISTRIBUTION  
 PARAMETROS ESTIMADOS BY MAXIMUM LIKELIHOOD

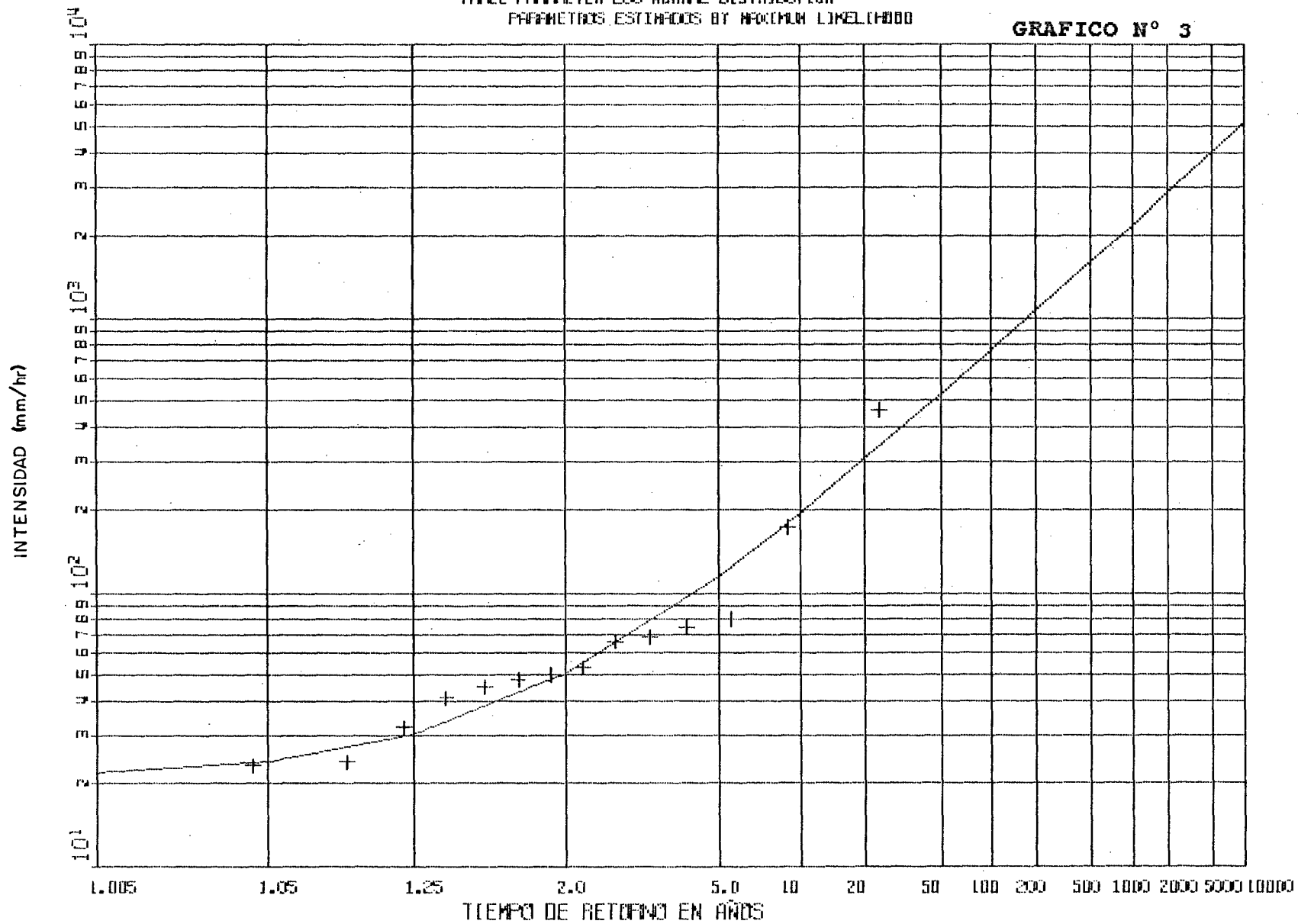
GRAFICO N° 2



357

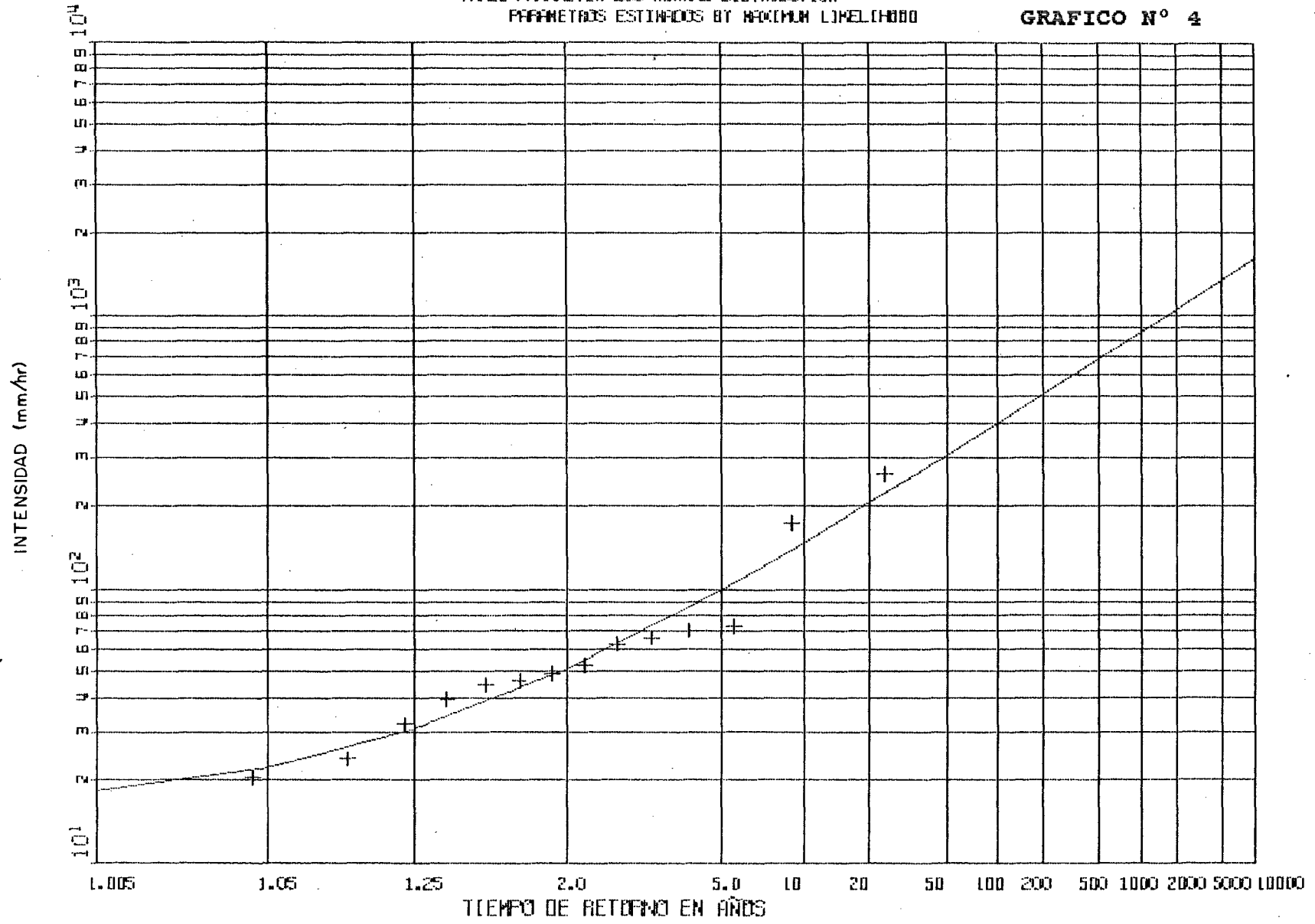
INTENSIDADES ESTACION DOPAC-RIOJA - 1980/1999 - 0.15 MIN  
 THREE PARAMETER LOG-NORMAL DISTRIBUTION  
 PARAMETERS ESTIMATED BY MAXIMUM LIKELIHOOD

GRAFICO N° 3



INTENSIDADES ESTACION COPAC-RIOJA - 1980/1983 - 0.30 MIN  
 THREE PARAMETER LOG-NORMAL DISTRIBUTION  
 PARAMETROS ESTIMADOS BY MAXIMUM LIKELIHOOD

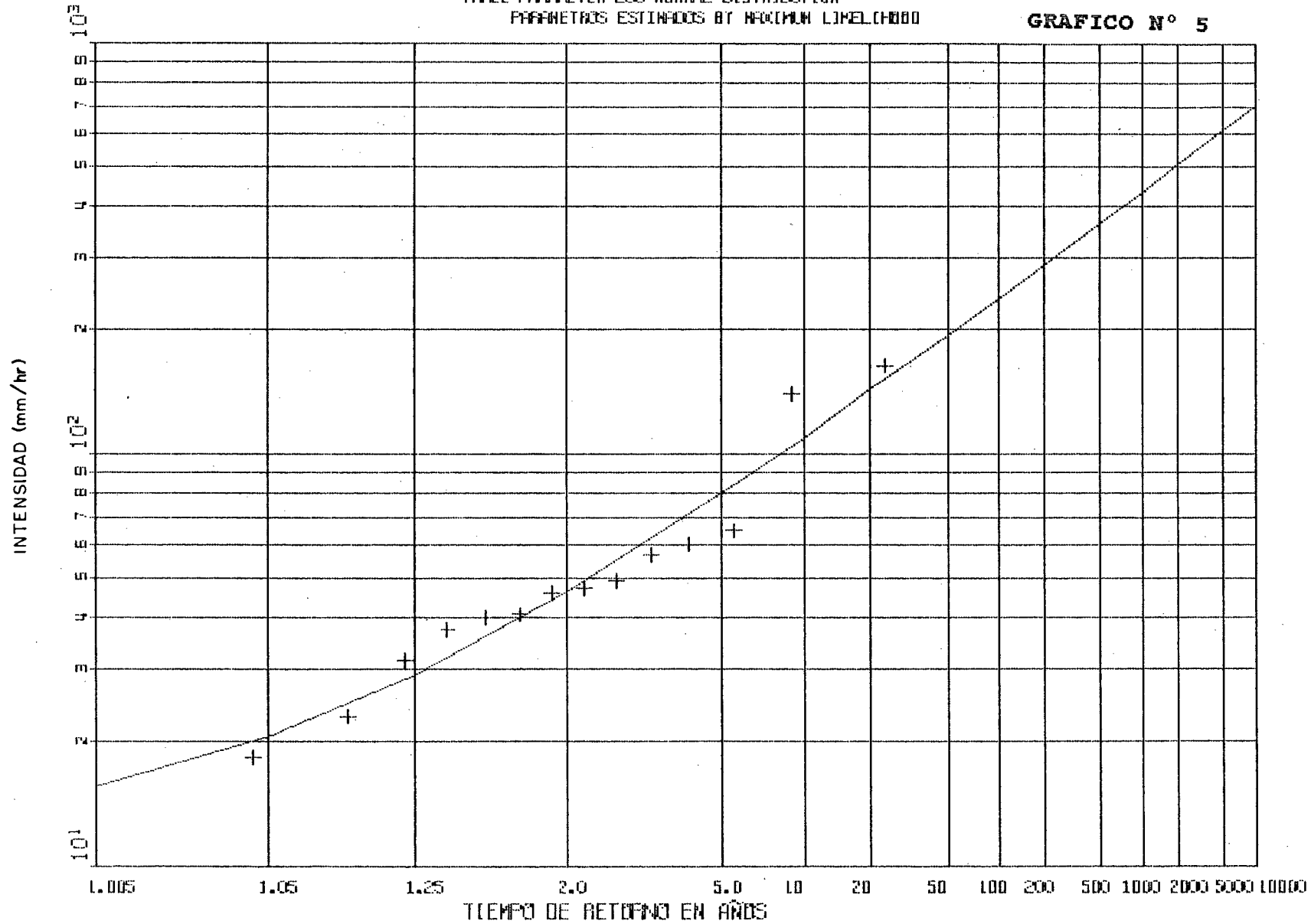
GRAFICO N° 4



0.30

INTENSIDADES ESTACION COPAC-RIOJA - 1980/1993 - 0.60 MIN  
 THREE PARAMETER LOG-NORMAL DISTRIBUTION  
 PARAMETROS ESTIMADOS BY MAXIMUM LIKELIHOOD

GRAFICO N° 5



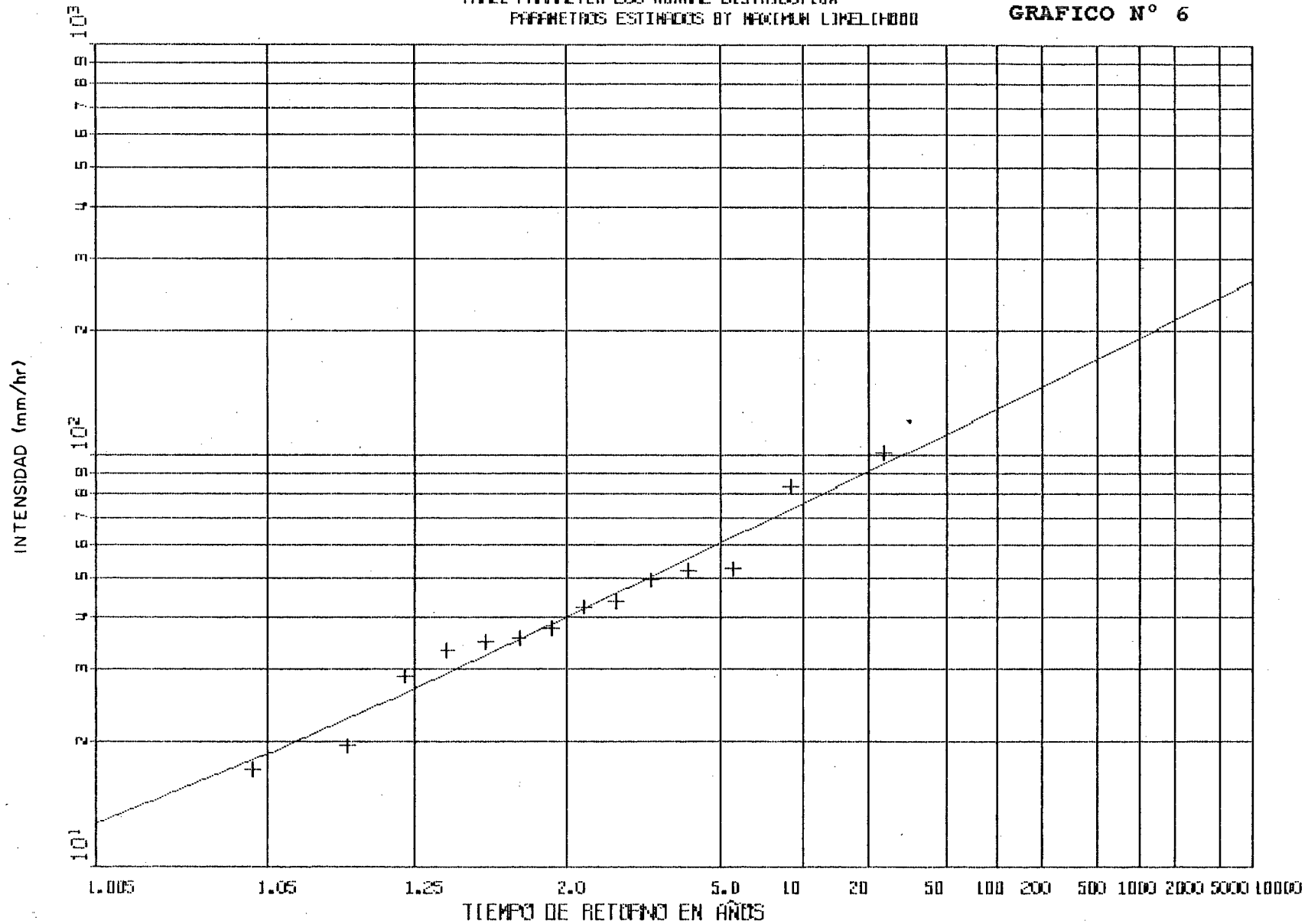
096

INTENSIDADES ESTACION DOPAC-ALBUJA - 1980/1989 - 0.120 MIN

THREE PARAMETER LOG-NORMAL DISTRIBUTION

PARAMETROS ESTIMADOS BY MAXIMUM LIKELIHOOD

GRAFICO N° 6



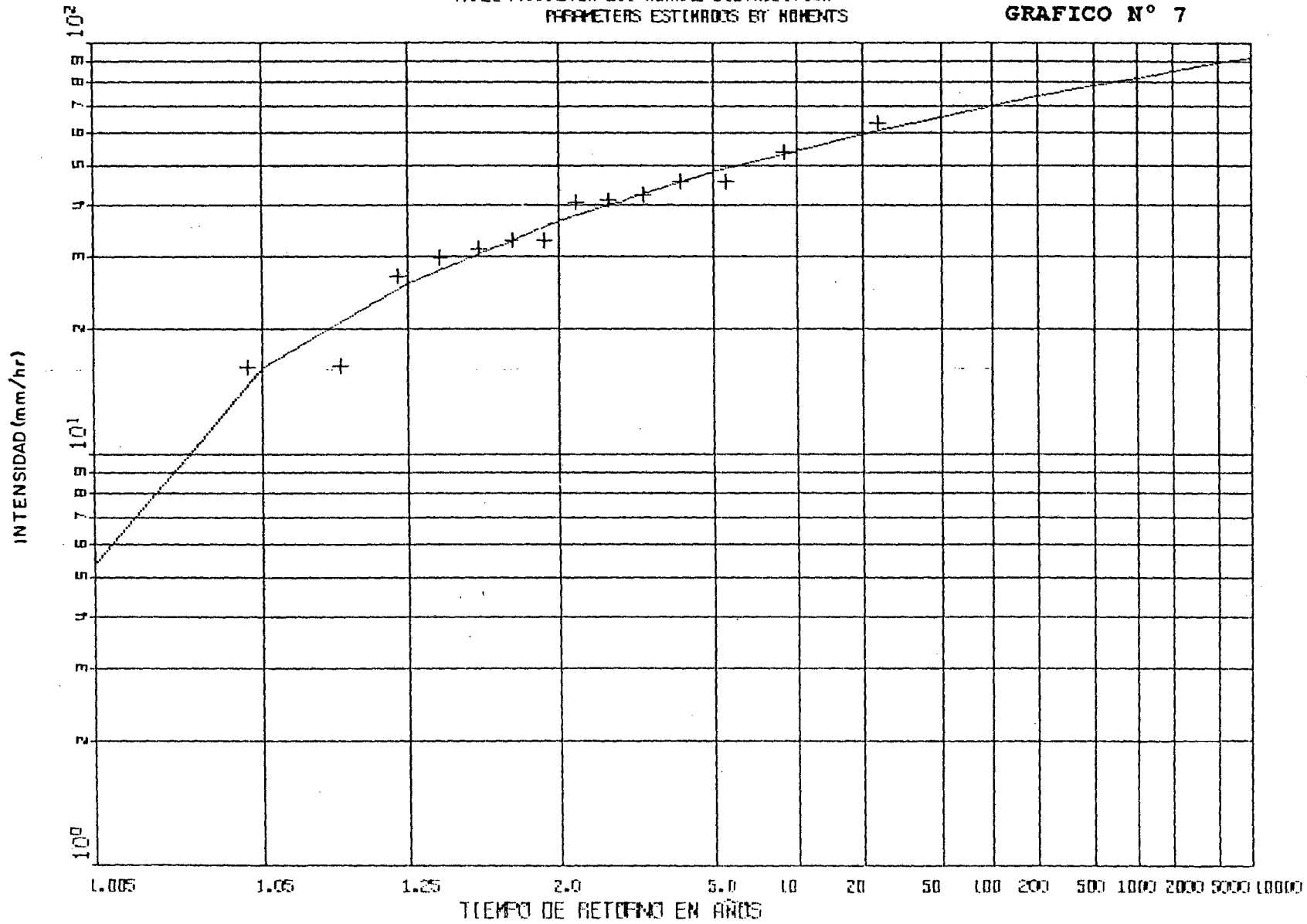


INTENSIDADES ESTACION DAPPAC-RIOJA - 1980/1988 - D. 240 NIN

THREE PARAMETER LOG-NORMAL DISTRIBUTION

PARAMETERS ESTIMATED BY MOMENTS

GRAFICO N° 7

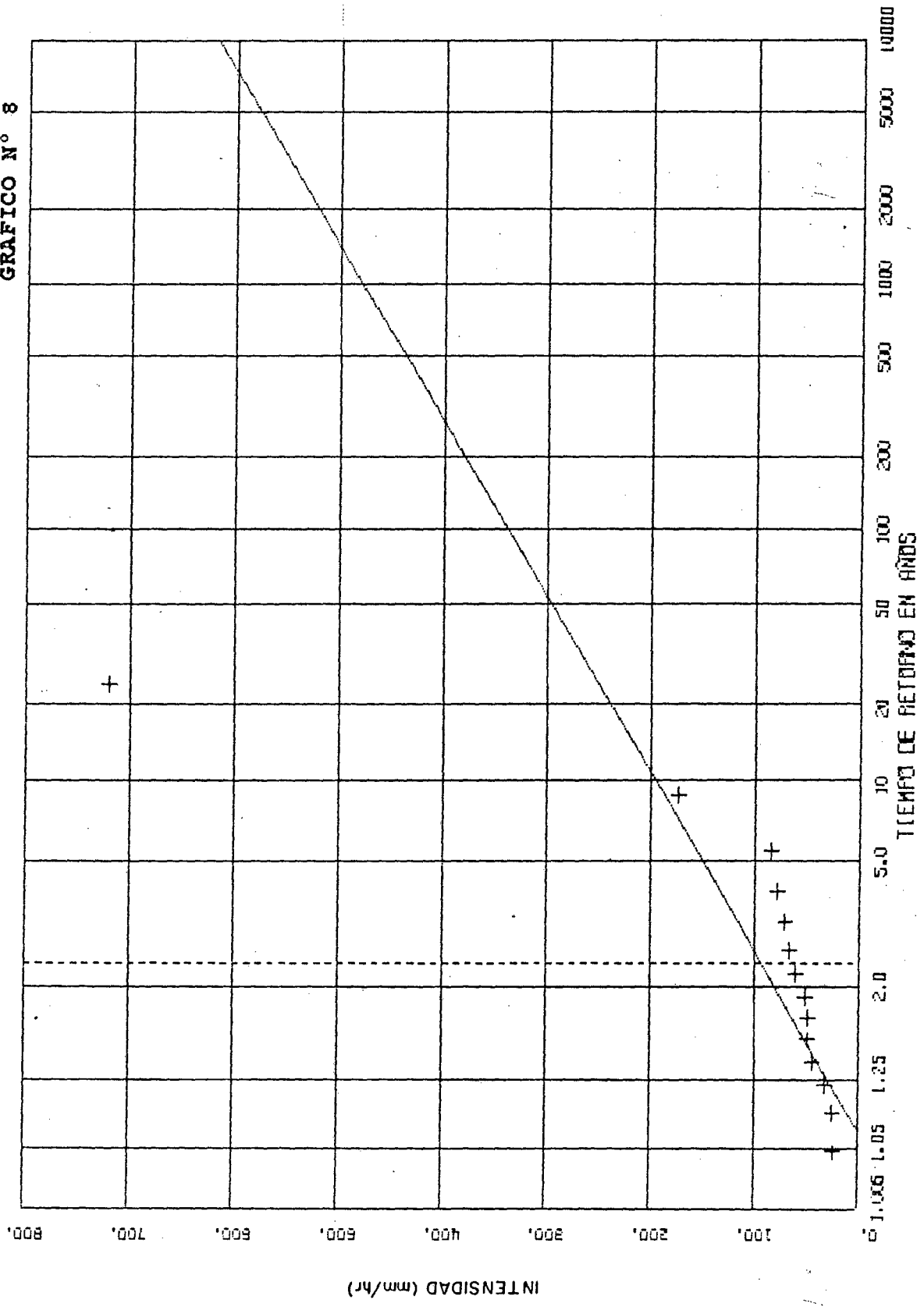


## LEYES DE GUMBEL

INTENSIDADES ESTACION COPAC-RIOJA - 1980/1988 - 0.5 MIN

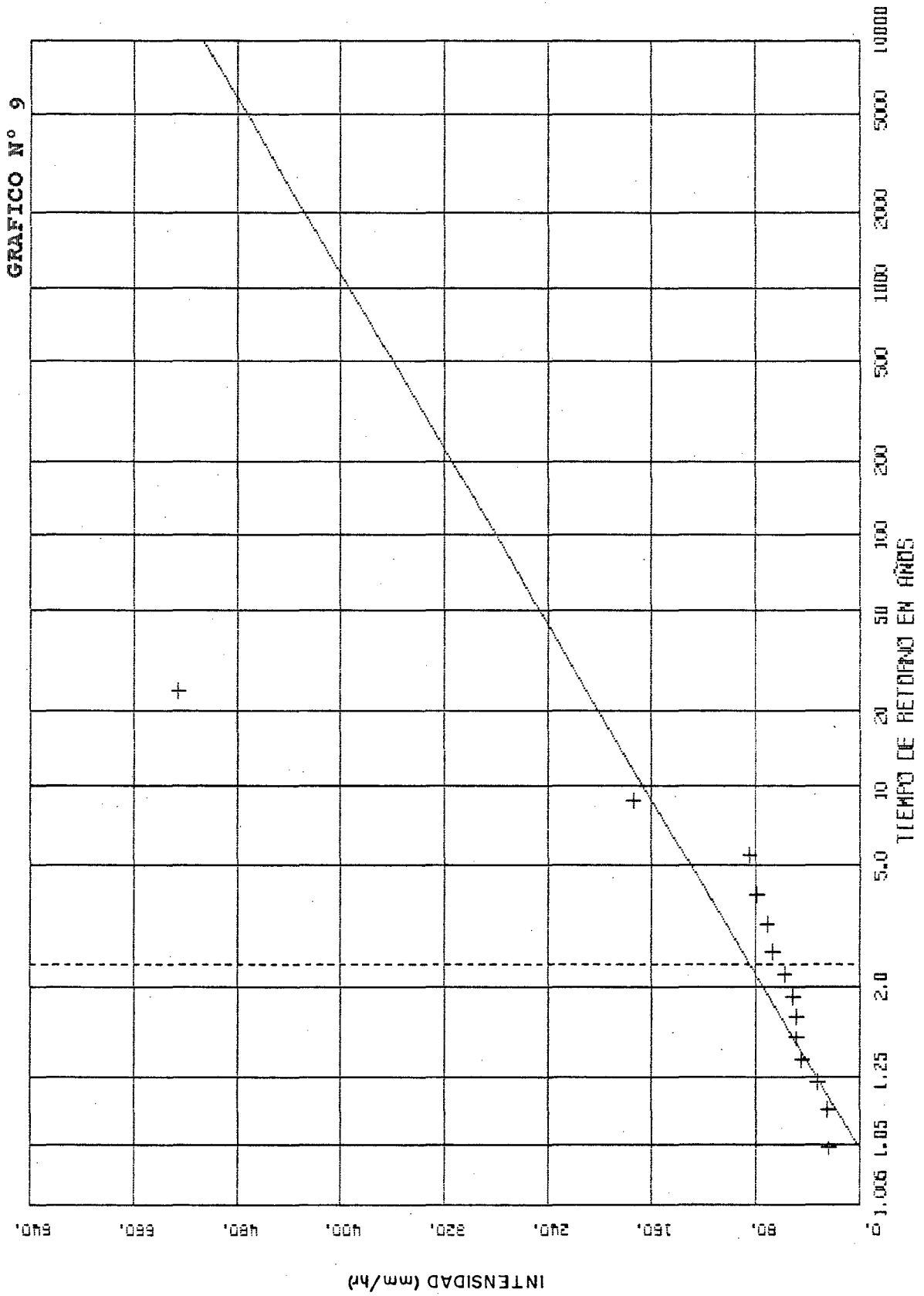
GUMBEL I DISTRIBUTION

GRAFICO N° 8



INTENSIDADES ESTACION DAPPAC-RIOJA - 1980/1983 - 0.10 MIN

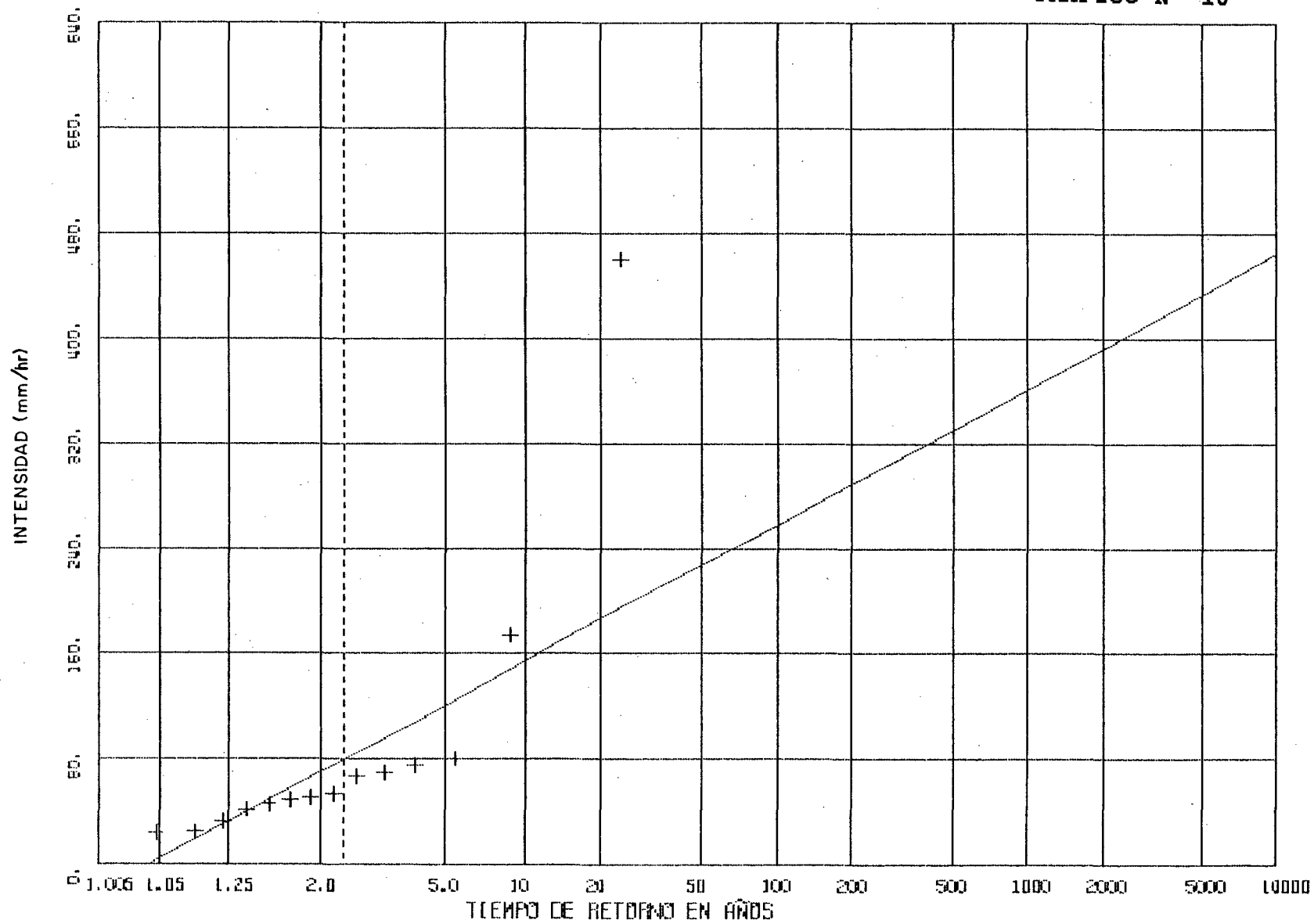
CUMUL I DISTRIBUCION



(INTENSIDADES ESTACION DOPAC-RIOJA - 1980/1998 - 0.15 MIN

GUMBEL-I DISTRIBUTION

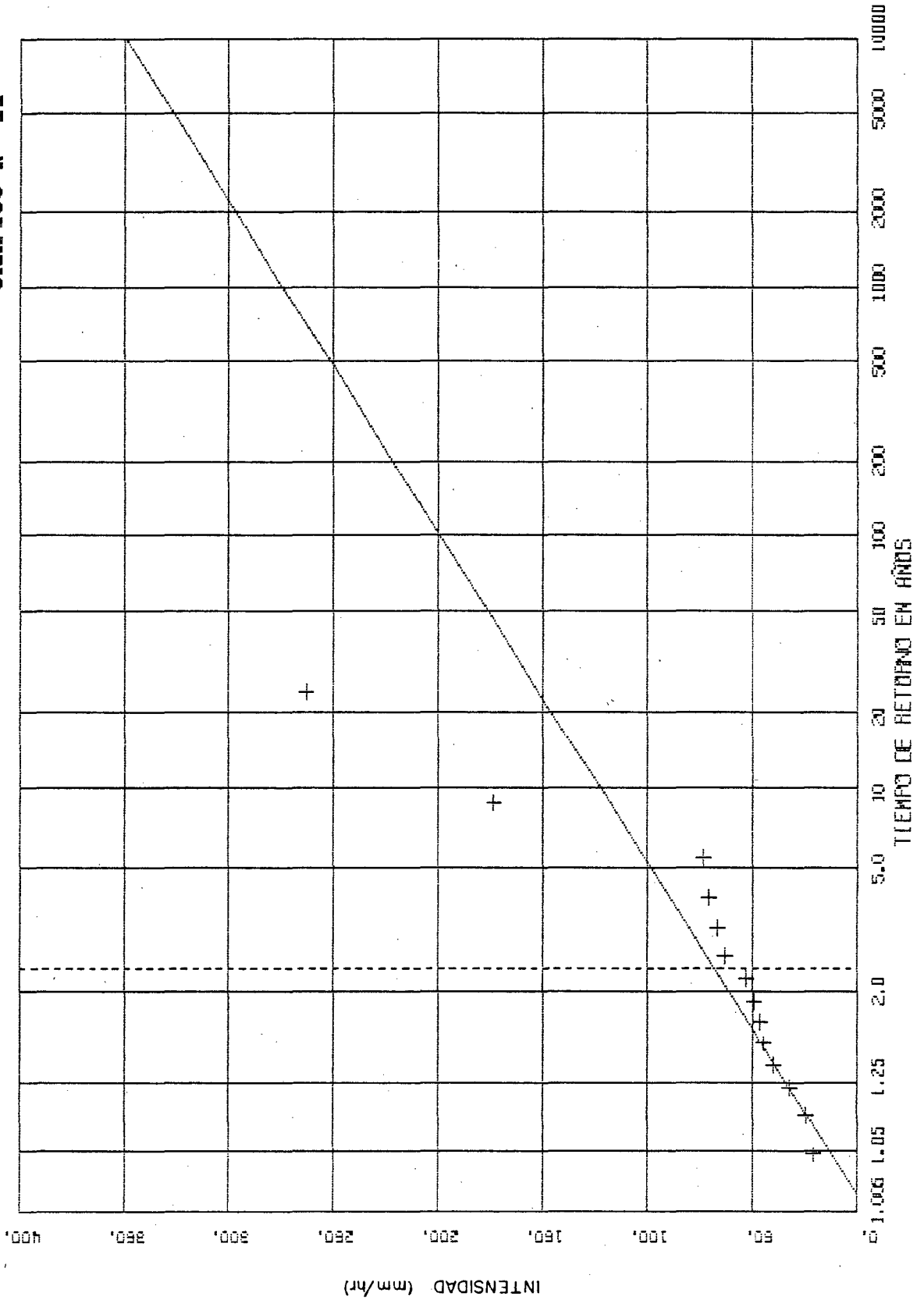
GRAFICO N° 10



INTENSIDADES ESTACION DOPAC-RIOJA - 1980/1983 - 0.30 MIN

GUMEL ( DISTRIBUCION

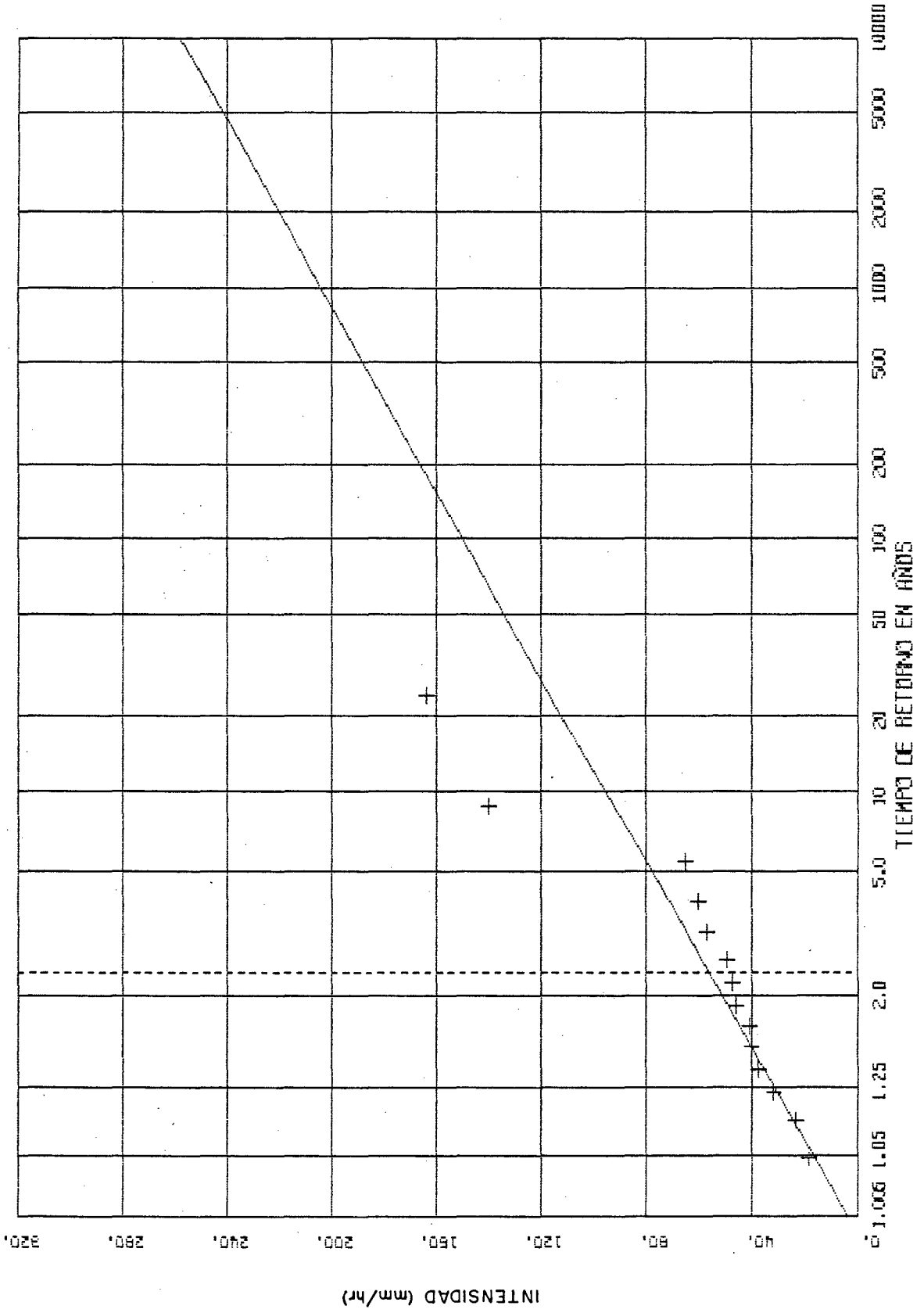
GRAFICO N° 11



INTENSIDADES ESTACION DOPAC-RIOJA - 1980/1988 - D. 60 MIN

GRUPO I DISTRIBUCION

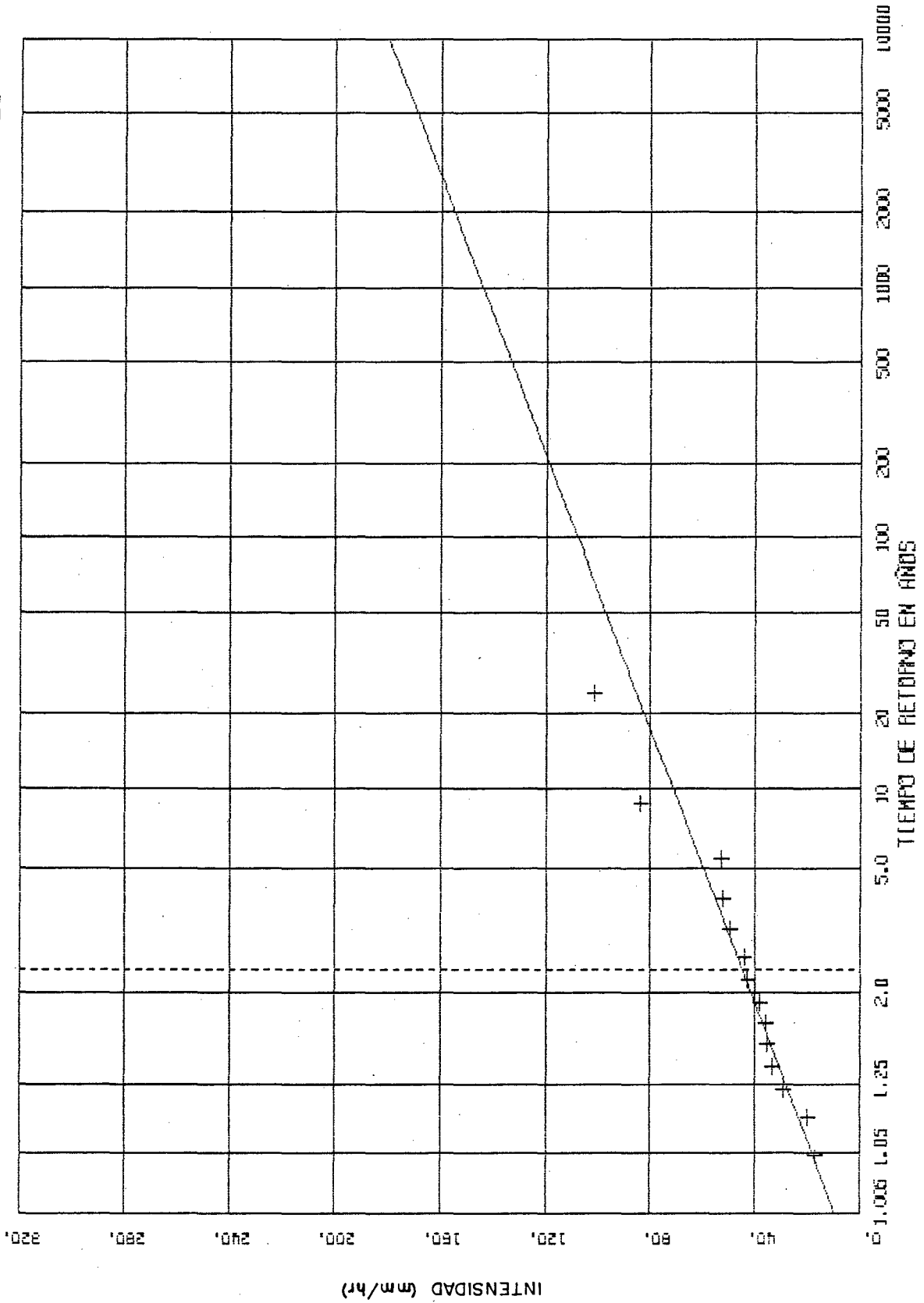
GRAFICO N° 12



INTENSIDADES ESTACION COPAC-RIOJA - 1980/1988 - 0.120 NIN

CUMBE I DISTRIBUCION

GRAFICO N° 13

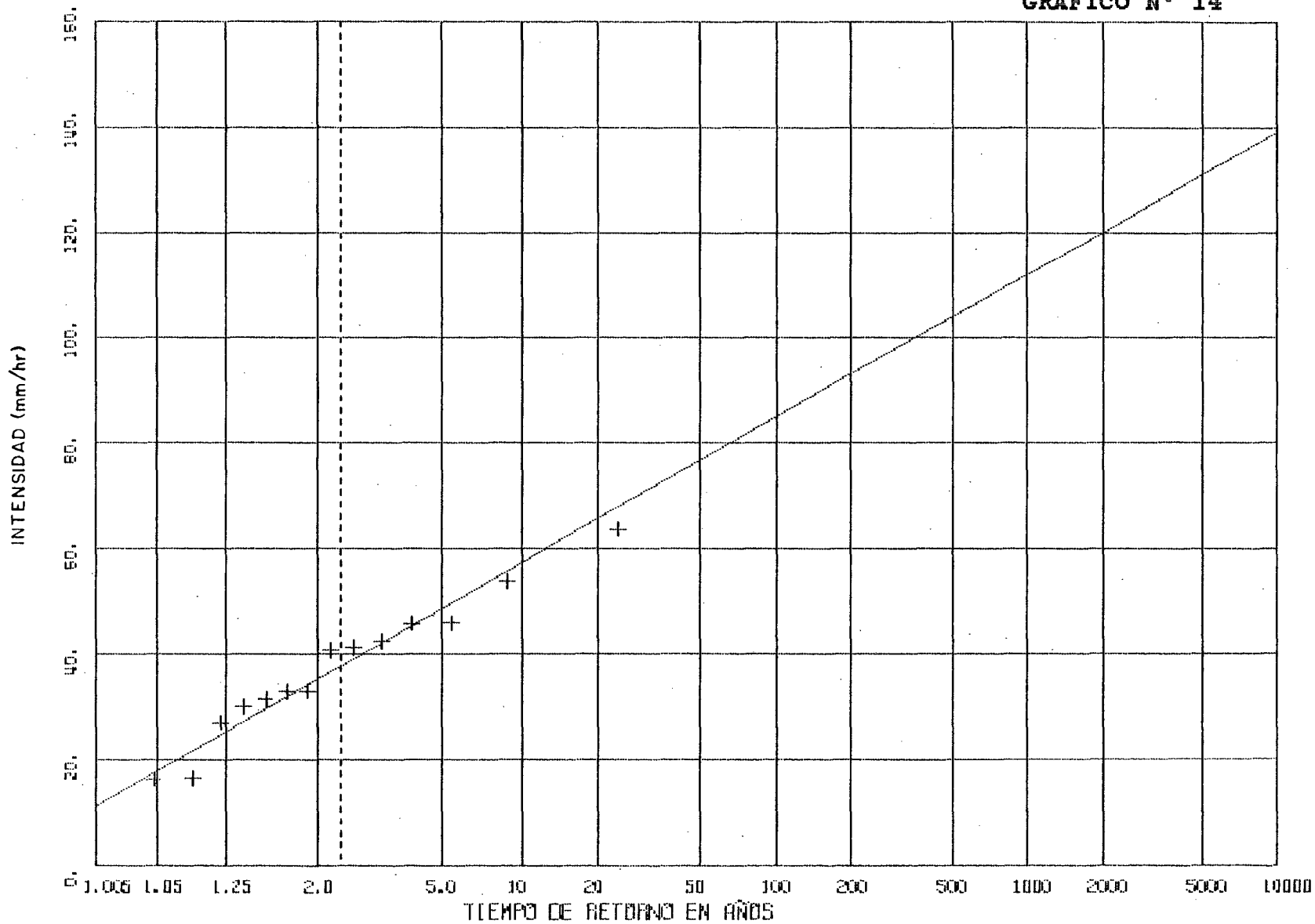




INTENSIDADES ESTACION COPAC-ROJA - 1980/1993 - D. 240 MIN

GUMBEL I DISTRIBUTION

GRAFICO N° 14



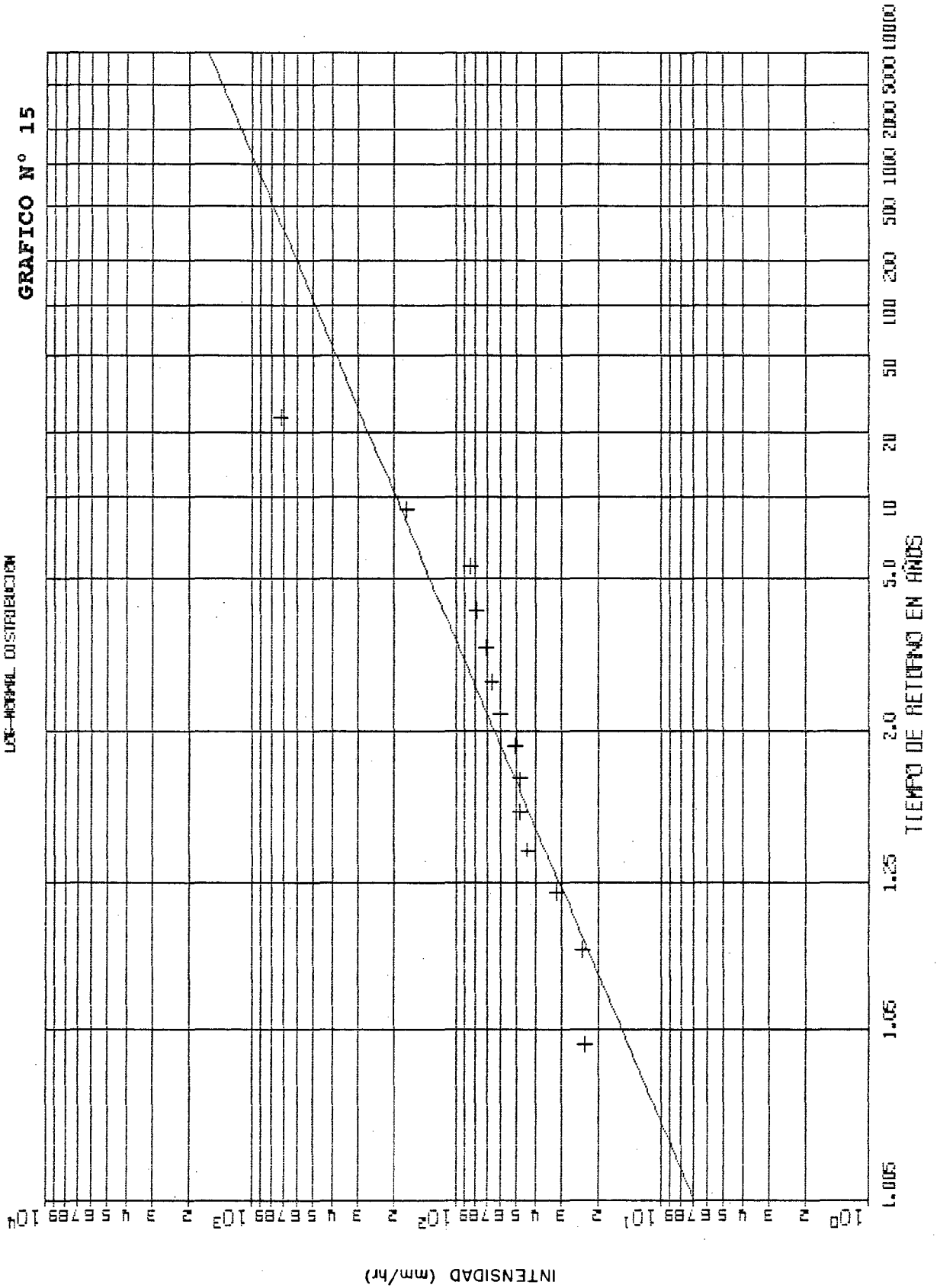
370

LOG - NORMAL III

INTENSIDADES ESTACION COPAC-RIOJA - 1980/1989 - D. 5 MIN

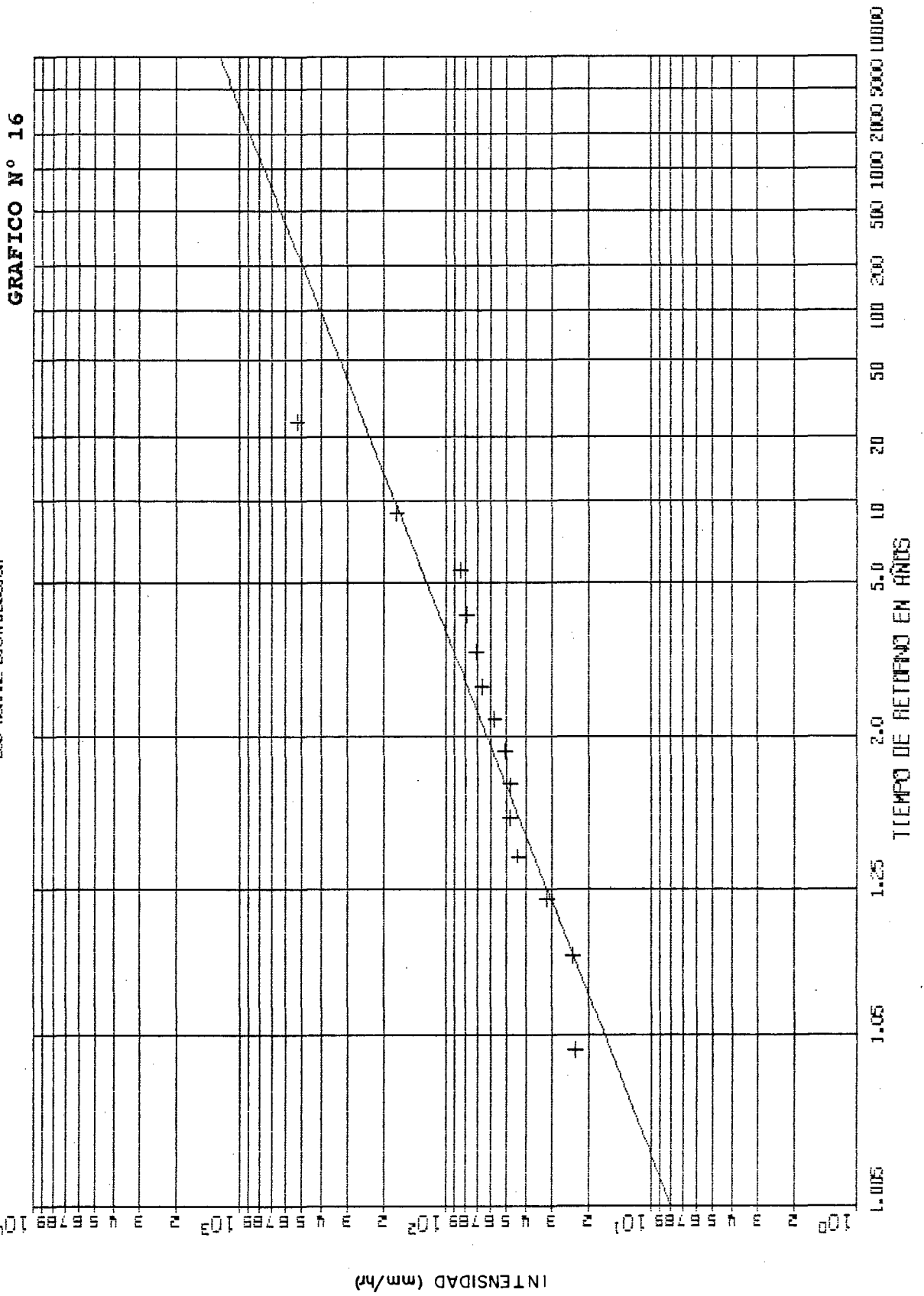
LEE-NORMAL DISTRIBUCION

GRAFICO N° 15



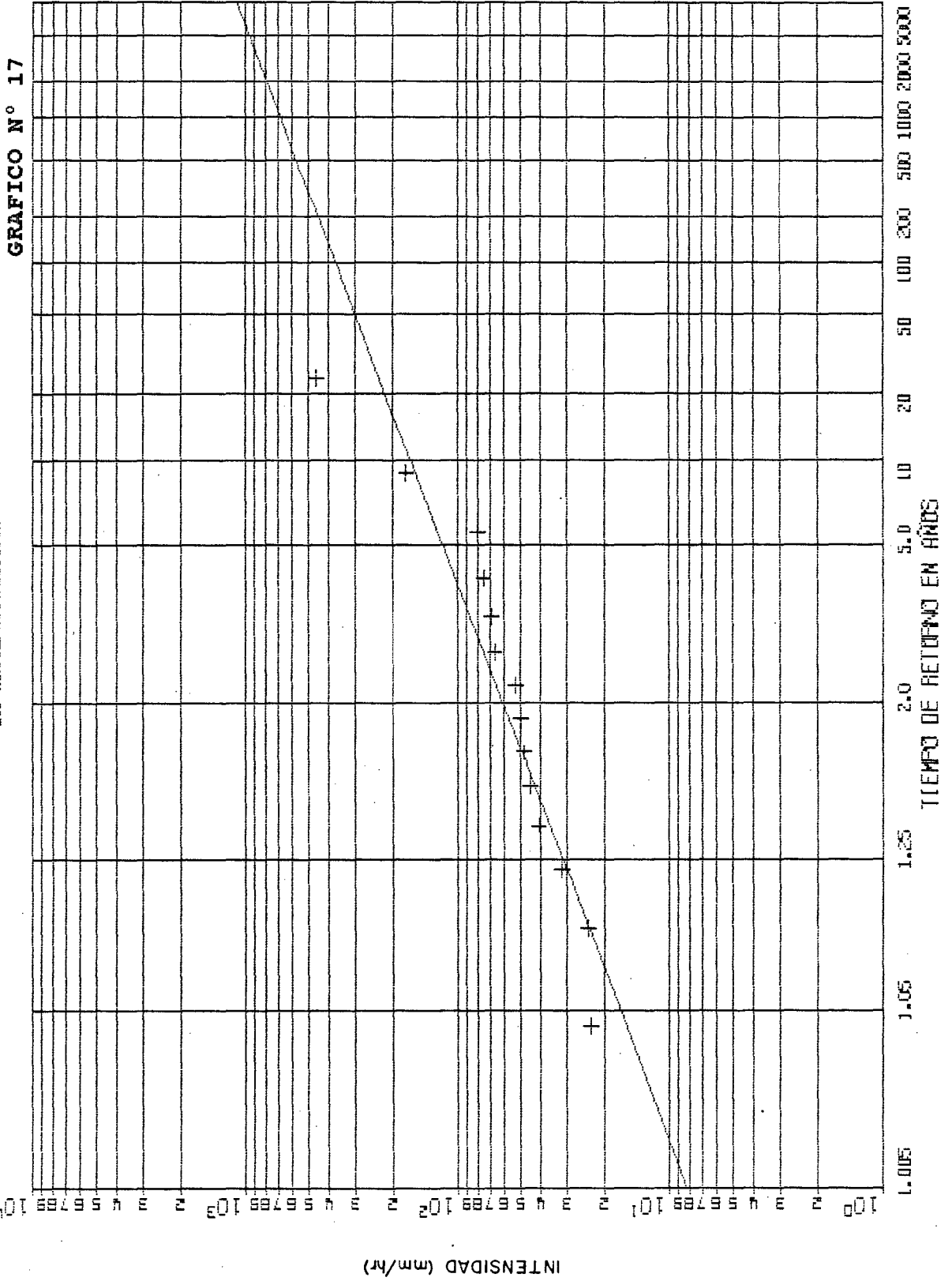
INTENSIDADES ESTACION DAPPAC-RIOJA - 1980/1988 - 0.10 MIN

LOG-NORMAL DISTRIBUCION



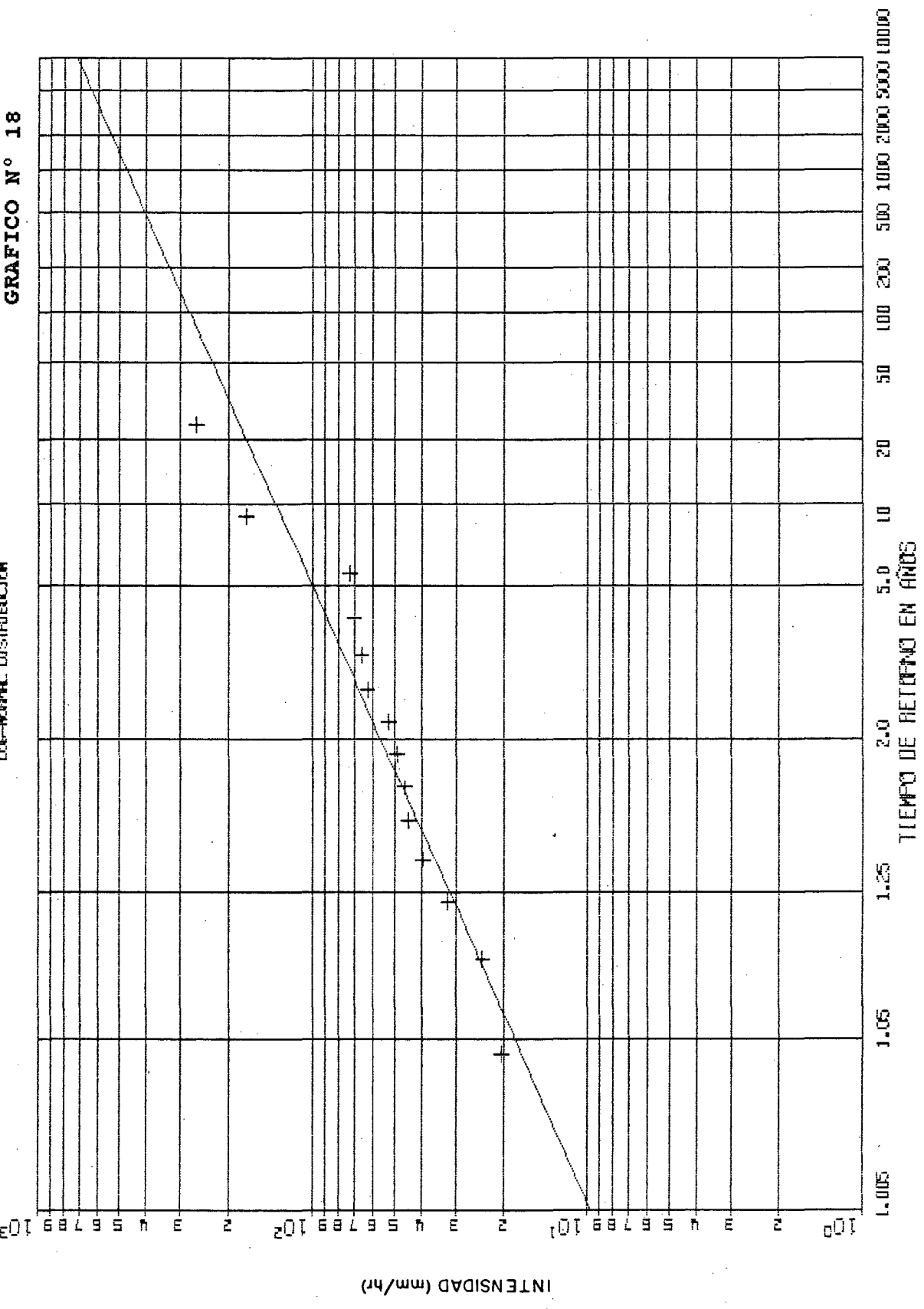
(INTENSIDADES ESTACION COPAC-ALDJA - 1980/1988 - 0.15 MIN

LOG-NORMAL DISTRIBUCION



(INTENSIDADES ESTACION COMPA-RIQUA - 1980/1989 - 0.30 MIN

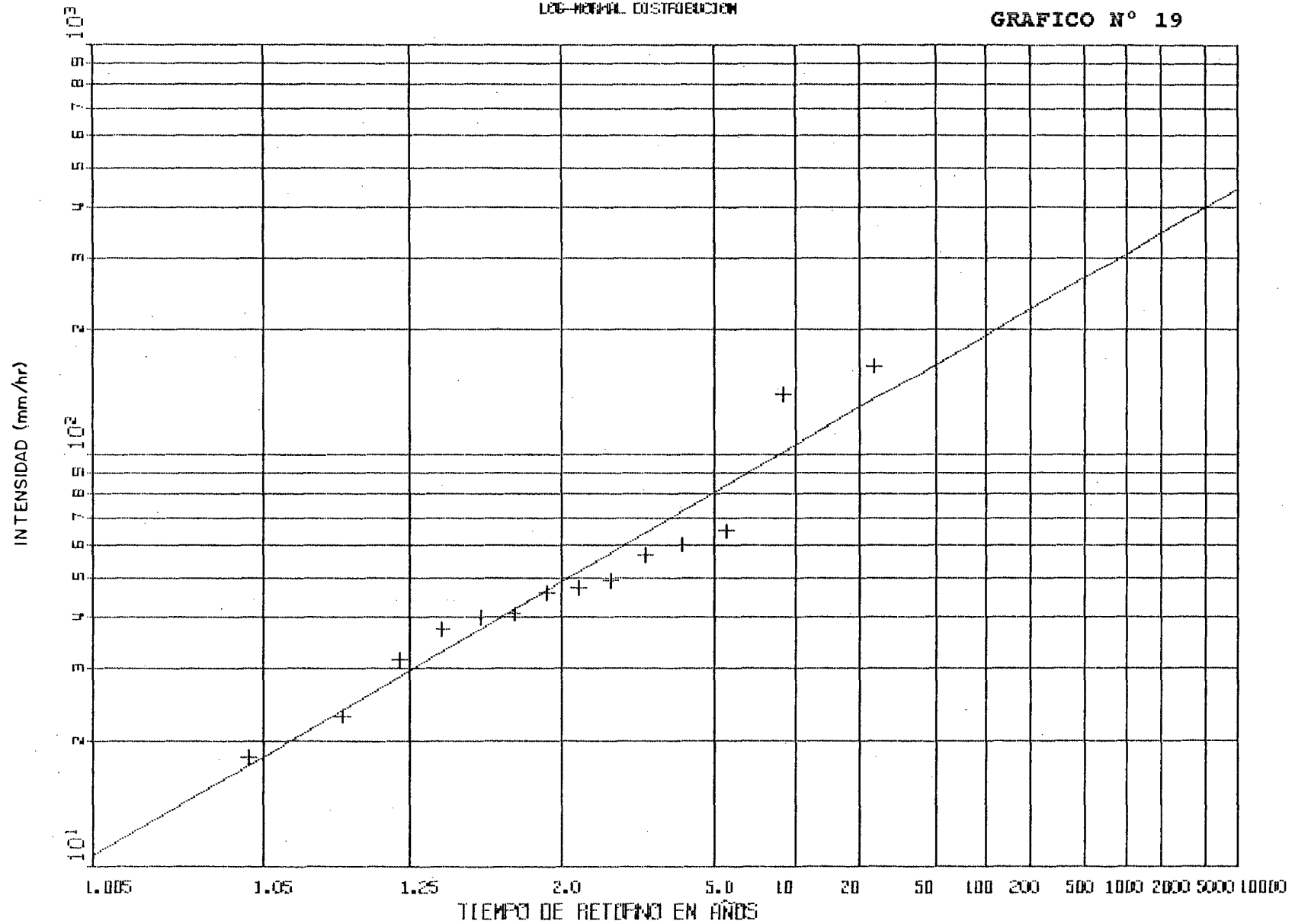
LOG-NORMAL DISTRIBUCION



INTENSIDADES ESTACION COPAC-RIOJA - 1980/1988 - D. 60 MIN

LOG-NORMAL DISTRIBUCION

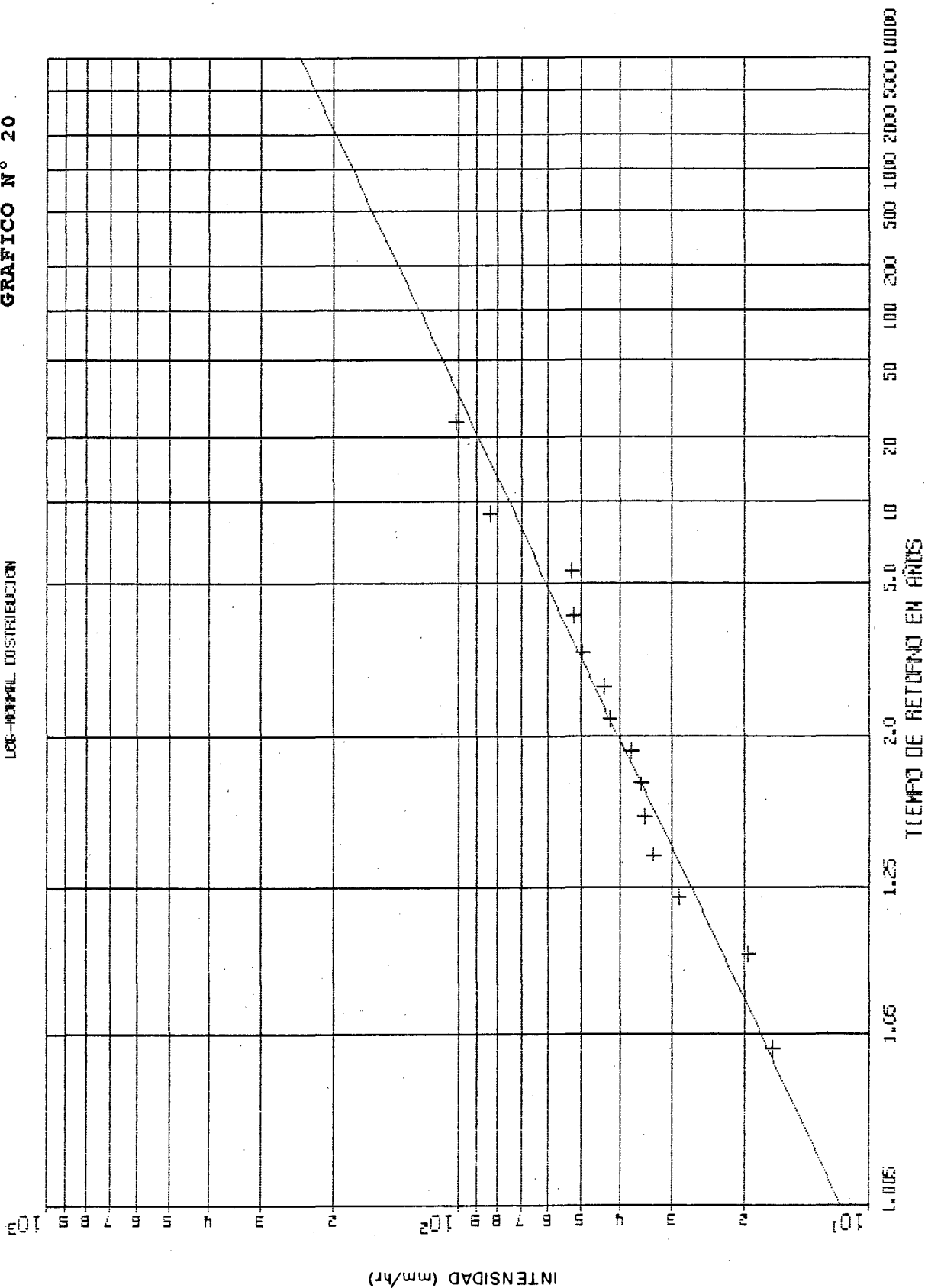
GRAFICO N° 19



INTENSIDADES ESTACION COPAC-RIOJA - 1980/1988 - 0.120 N/N

LOS-METAL COSTRIEJON

GRAFICO N° 20

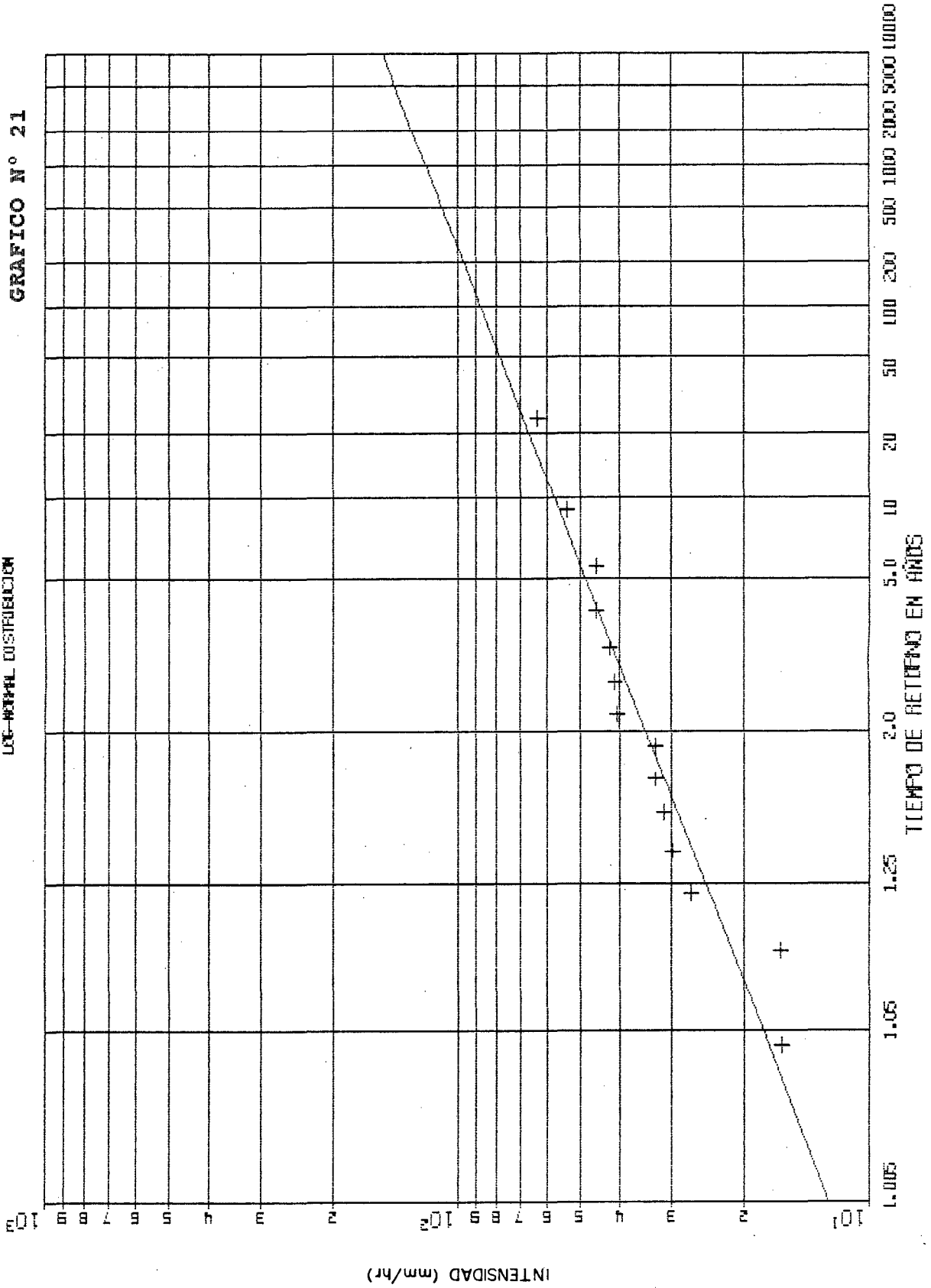




INTENSIDADES ESTACION DAPPAC-RIOJA - 1980/1983 - D. 240 MM

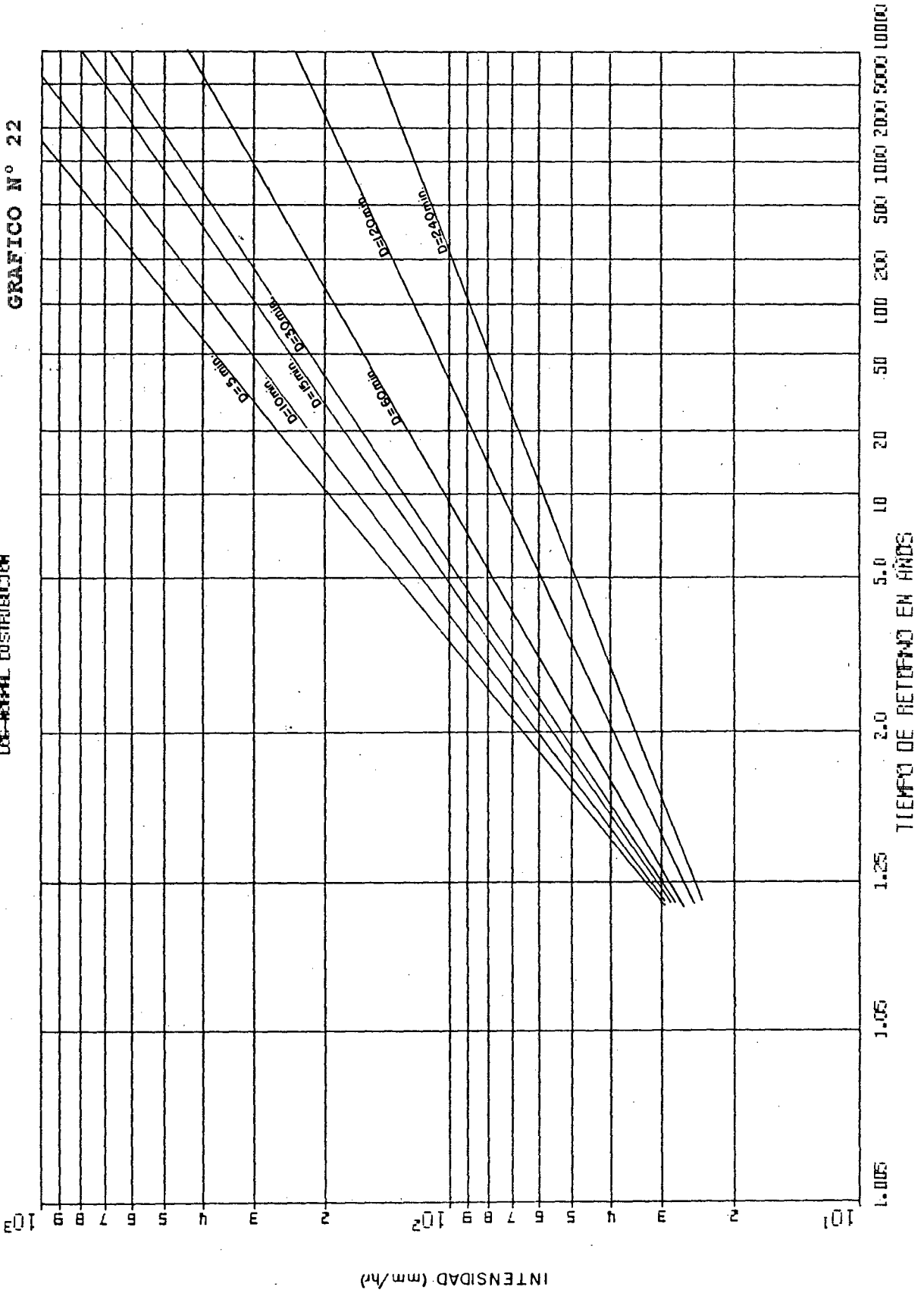
LOG-NORMAL DISTRIBUCION

GRAFICO N° 21



INTENSIDADES ESTACION DOPAC-RIDJA - 1960/1989

LOS ANGELES DISTRIBUCION



**A.- ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 1.01  
Nombre de Partida : 1.00 OBRAS PROVISIONALES, TRAZOS,  
REPLANTEOS Y MOVILIZACION A LA  
OBRA  
1.01 Movilizacion de Maquinarias y  
herramientas para la obra.

RENDIMIENTO = 0.50 Und/d

1. MANO DE OBRA					
PERSONAL		UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capataz	0.20	h-h	3.200	10.71	34.27
Operario	3.00	h-h	48.000	8.57	411.36
Peon	2.00	h-h	32.000	6.87	219.84
SUBTOTAL 1					665.47

2. EQUIPO					
DESCRIPCION		UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Camión Plataforma	1.00	h-m	16.000	67.82	1085.12
Camión SemiTrazer	1.00	h-m	16.000	151.85	2429.60
Volquete 6m3	1.00	h-m	16.000	85.69	1371.04
Herramientas		%	0.030	665.47	19.96
SUBTOTAL 2					4905.72

3 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2)					5571.19
-----------------------------	--	--	--	--	---------

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 1.02  
Nombre de Partida : 1.00 OBRAS PROVISIONALES, TRAZOS,  
REPLANTEOS Y MOVILIZACION A LA  
OBRA  
1.02 Limpieza de cauce con maquinaria

RENDIMIENTO : 0.5 Ha./dia

1. MANO DE OBRA					
PERSONAL		UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Peon		h-h	64.000	6.87	439.68
SUBTOTAL 1					439.68

2. EQUIPO					
DESCRIPCION		UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Herramientas manuales		h-m	0.030	439.68	13.19
Tractor de orugas 140HP		h-m	20.000	119.41	2388.20
SUBTOTAL 2					2401.39

3. TOTAL COSTO DIRECTO (1+2)					2841.07
------------------------------	--	--	--	--	---------

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 1.03

Nombre de Partida : 1.00 OBRAS PROVISIONALES, TRAZOS,  
REPLANTEOS Y MOVILIZACION A LA  
OBRA

1.03 Desvio de cauce y mantenimiento  
de terreno durante la obra

RENDIMIENTO : 210 m<sup>3</sup>/dia

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Controlador	h-h	0.020	7.70	0.15
Peon	h-h	0.040	6.87	0.27
SUBTOTAL 1				0.42

2. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Deposito de herramientas	h-m	0.030	0.42	0.01
Tractor de orugas 140HP	h-m	0.040	111.53	4.46
SUBTOTAL 2				4.47

3. TOTAL COSTO DIRECTO (1+2) 4.89

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 1.04

Nombre de Partida : 1.00 OBRAS PROVISIONALES, TRAZOS,  
REPLANTEOS Y MOVILIZACION A LA  
OBRA

1.04 Trazos y replanteos generales del Proyecto

RENDIMIENTO : 0.125 Und/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capelaz	h-h	38.400	10.71	411.28
Topografo	h-h	192.00	7.70	1478.40
Peon	h-h	394.000	6.87	2698.08
SUBTOTAL 1				4527.74

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Cal	Blo	24.000	10.00	240.00
Fierro Corrugado	Kg	75.00	1.22	91.50
Pintura comelle	Glo	3.00	30.00	90.00
SUBTOTAL 2				421.50

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Jalon	h-m	192.00	0.73	140.16
Mira Topografica	h-m	192.00	1.48	280.32
Nivel Topografico	h-m	192.00	7.32	1405.44
Teodolito	h-m	192.00	8.78	1685.76
Herramientas	%	0.030	2636.08	79.14
SUBTOTAL 3				3690.82

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3) 8540.06

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de Partida : 2.01

Nombre de Partida : 2.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS  
2.01 Excavacion de Plataforma

RENDIMIENTO: 350.00 m3/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capataz	h-h	0.014	10.71	0.15
Peon	h-h	0.082	6.87	0.56
SUBTOTAL 1				0.71

2. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Retroexcavadora	h-m	0.027	111.53	3.01
Bonificacion peon en agua	%	0.200	0.72	0.14
Bonificacion Eq. en agua	%	0.180	3.08	0.55
Motobomba d = 4'	h-m	0.082	1.68	0.14
Herramientas	%	0.030	0.71	0.02
SUBTOTAL 2				3.88

3 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2) 4.57

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo : 2.02

Nombre de Partida : 2.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS  
2.02 Excavacion para Estructuras

1. MANO DE OBRA Rend. = 360.00 m3/d				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capataz	h-h	0.022	10.71	0.24
Peon	h-h	0.069	6.87	0.61
SUBTOTAL 1				0.85

2. EQUIPO Rend. = 250.00 m3/d				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Retroexcavadora s/orugas 170-250 HP	h-m	0.022	249.51	5.49
Tractor s/orugas 140-160 HP	%	0.020	119.41	2.39
Herramientas	%	0.100	0.85	0.09
SUBTOTAL 2				7.98

3 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2) 8.81

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : \*ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO \*JUAN SIMONS VELA\*

Codigo : 2.03

Nombre d : 2.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS  
2.03 Relleno y compactacion con material drenante

RENDIMIENTO: 8.00 m3/d

PARTIDAS DE INSUMO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Explotacion de cantera	m3	1.000	1.54	1.54
Tratamiento	m3	1.000	7.75	7.75
Colocacion	m3	1.000	18.92	18.92
Carguio y Transporte	m3	1.000	3.39	3.39
<b>SUBTOTAL</b>				<b>31.60</b>

**TOTAL COSTO DIRECTO 31.60**

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : \*ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO \*JUAN SIMONS VELA\*

Codigo : 2.04

Nombre d : 2.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS  
2.04 Relleno compactado con material suelto

1. MANO DE OBRA		Rend. = 30.00 m3/d			
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL	
Capataz	h-h	0.133	10.71	1.42	
Operario	h-h	0.270	8.57	2.31	
Peon	h-h	1.333	6.87	9.16	
<b>SUBTOTAL 1</b>				<b>12.89</b>	

2. EQUIPO		Rend. = 30.00 m3/d			
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL	
Compactadora vibrat. 7 HP	h-m	0.267	13.67	3.65	
Camion Cisterna 4 x 2 2000 gl.	h-m	0.030	67.57	2.03	
Motobomba 4"	h-m	0.030	1.68	0.05	
Herramientas	%	0.100	8.16	0.82	
<b>SUBTOTAL 2'</b>				<b>6.64</b>	

**TOTAL COSTO DIRECTO (1+2) 19.54**

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 2.05

Nombre de Partida : 2.00 MOVIMIENTO DE TIERRA  
2.05 Eliminacion de Desmonte

ESPONJAMIENTO: 1.20 m3/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Cepataz	h-h	0.040	10.71	0.43
Peon	h-h	1.200	6.87	8.24
SUBTOTAL 1				8.67

2. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Volquete de 8m3	h-m	0.038	120.81	4.59
Herramientas	%	0.030	8.87	0.28
SUBTOTAL 3				4.85

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3)	13.52
-------------------------------	-------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN	Proyecto	: 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	Codigo : 3.01 Nombre : 3.00 MAMPOSTERIA DE PIEDRA 3.01 Suministro y Colocacion de Piedras de 0.20m de diametro equivalente

RENDIMIENTO: 15.00 m<sup>3</sup>/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capelaz	h-h	0.107	10.71	1.15
Oficial	h-h	0.533	7.70	4.10
Peon	h-h	2.133	0.00	14.85
SUBTOTAL 1				19.90

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Piedra Grande	m <sup>3</sup>	1.050	23.00	24.15
SUBTOTAL 1				24.15

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Volquete 8m <sup>3</sup>	h-m	0.038	120.81	4.59
Herramientas	%	0.030	19.90	0.60
SUBTOTAL 3				5.19

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3) 49.24

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN	Proyecto	: 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	Codigo : 3.02 Nombre : 3.00 MAMPOSTERIA DE PIEDRA 3.02 Concreto f'c = 140 kg/cm <sup>2</sup>

RENDIMIENTO: 25.00 m<sup>3</sup>/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capelaz	h-h	0.064	10.71	0.69
Operario	h-h	0.640	8.57	5.48
Oficial	h-h	0.640	7.70	4.93
Peon	h-h	2.560	6.87	17.59
Curado	%	0.070	17.59	1.23
SUBTOTAL 1				29.92

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Cemento	Bt	7.390	13.58	100.36
Grava 1/2'	m <sup>3</sup>	0.600	35.50	21.30
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.590	14.67	8.66
Agua Potable	m <sup>3</sup>	0.120	5.20	0.62
SUBTOTAL 2				130.94

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Vibrador 3HP-1'	h-m	0.320	3.67	1.17
Mazcladora 11 p <sup>3</sup>	h-m	0.320	16.14	5.16
Winche c/2 baldes	h-m	0.320	1.01	0.32
Combustible y Lubric.	%	0.700	6.65	4.66
Herramientas	%	0.030	29.92	0.90
SUBTOTAL 3				12.22

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3) 173.07

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
: AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA

Codigo de partida : 4.00

Nombre de Partida : 4.00 CONSTRUCCION DE TERRAPLEN

REND. (B)y(C): 40.00 m3/d

A) PROVISION DE MATERIAL

DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
EXTRACCION :			0.00	0.00
CARGUIO :			0.00	0.00
TRANSPORTE : Dist. Media 0.5 km			3.39	3.39
SUBTOTAL 1				3.39

B) EXTENDIDO Y COMPACTADO

2. MANO DE OBRA

PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capataz 0.20	h-h	0.040	10.71	0.43
Peon 5.00	h-h	1.000	6.87	6.87
SUBTOTAL 2				7.30

3. EQUIPO

DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Comp. tipo rodillo liso 101 HP	h-m	0.250	59.39	14.85
Herramientas	%	0.030	7.30	0.22
SUBTOTAL 3				15.07

C) PROVISION DE AGUA

DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Riego	%	0.200	5.20	1.04
SUBTOTAL 4				1.04

5 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3+4)				26.80
---------------------------------	--	--	--	-------

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
: AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 5.01

Nombre de Partida : 5.00 ENROCADO DE PROTECCION  
5.01 Suministro e colocacion de enrocado para  
proteccion de encauzamiento con rocas igneas acomodadas  
de diametro 0.30m (minimo)

RENDIMIENTO : 18.00 m3/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capataz	h-h	0.099	10.71	0.95
Oficial	h-h	0.444	7.70	3.42
Peon	h-h	1.778	6.87	12.21
SUBTOTAL 1				16.58

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Piedra Grande	m3	1.05	23.00	24.15
SUBTOTAL 2				24.15

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Motobomba 4'	h-h	2.222	1.68	3.73
Herramientas	%	0.030	16.58	0.50
SUBTOTAL 3				4.23

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3) 44.96

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
: AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 5.02

Nombre de Partida : 5.00 ENROCADO DE PROTECCION  
5.02 Suministro e colocacion de enrocado para  
proteccion de las pozas de dispersion con rocas  
igneas acomodadas de diametro 0.30m (minimo)

RENDIMIENTO : 18.00 m3/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capataz	h-h	0.099	10.71	0.95
Oficial	h-h	0.444	7.70	3.42
Peon	h-h	1.778	6.87	12.21
SUBTOTAL 1				16.58

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Piedra Grande	m3	1.05	23.00	24.15
SUBTOTAL 2				24.15

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Motobomba 4'	h-h	2.778	1.68	4.67
Herramientas	%	0.030	16.58	0.50
SUBTOTAL 3				5.17

4. TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3) 45.90

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
: AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 6.01

Nombre de Partida : 6.00 TUBERIA DE CONDUCCION Y DRENAJE  
6.01 Tuberia PVC Clase 5 de diametro 2'

RENDIMIENTO : 35.00 MI/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Oficial	h-h	0.114	7.70	0.88
Peon	h-h	0.229	6.87	1.57
SUBTOTAL 1				2.45

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Tuberia PVC de 2'' 3m	MI	1.050	8.16	8.57
Alambre	Kg	0.030	1.80	0.05
SUBTOTAL 2				8.62

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Herramientas	%	0.030	1.57	0.05
SUBTOTAL 3				0.05

4. TOTAL COSTO DIRECTO				11.12
------------------------	--	--	--	-------

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
: AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 6.02

Nombre de Partida : 6.00 TUBERIA DE CONDUCCION Y DRENAJE  
6.02 Tuberia PVC Clase 5 de diametro 4'

RENDIMIENTO : 35.00 MI/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Oficial	h-h	0.114	7.70	0.88
Peon	h-h	0.229	6.87	1.57
SUBTOTAL 1				2.45

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Tuberia PVC de diametro 4'	MI	1.050	16.80	17.43
Alambre	Kg	0.030	1.80	0.05
SUBTOTAL 2				17.48

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Herramientas	%	0.030	1.57	0.05
SUBTOTAL 3				0.05

4. TOTAL COSTO DIRECTO				19.98
------------------------	--	--	--	-------

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
: AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 6.03

Nombre de Partida : 6.00 TUBERIA DE CONDUCCION Y DRENAJE  
6.03 Tuberia PVC no perforada diametro 8'

RENDIMIENTO : 25.00 MI/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Oficial	h-h	0.114	7.70	0.88
Peon	h-h	0.229	6.87	1.57
SUBTOTAL 1				2.45

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Tuberia PVC de 8' x 5m clase 5	ml	1.050	34.37	36.09
Alambre	Kg	0.030	1.80	0.05
SUBTOTAL 2				36.14

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Herramientas	%	0.030	2.45	0.07
SUBTOTAL 3				0.07

4. TOTAL COSTO DIRECTO				38.68
------------------------	--	--	--	-------

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
: AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 6.04

Nombre de Partida : 6.00 TUBERIA DE CONDUCCION Y DRENAJE  
6.04 Tuberia PVC perforada diametro 8'

RENDIMIENTO : 25.00 MI/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Oficial	h-h	0.114	7.70	0.88
Peon	h-h	0.229	6.87	1.57
SUBTOTAL 1				2.45

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Tuberia PVC perforada diametro 8' clase 5	MI	1.050	34.37	36.09
Alambre	Kg	0.030	1.80	0.05
SUBTOTAL 2				36.14

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Herramientas	%	0.030	2.45	0.07
SUBTOTAL 3				0.07

4. TOTAL COSTO DIRECTO				38.68
------------------------	--	--	--	-------

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
: AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 8.05  
Nombre de Partida : 8.00 TUBERIA DE CONDUCCION Y DRENAJE  
8.05 Tuberia de concreto reforzado de 12'

RENDIMIENTO : 15.00 MI/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Operario	h-h	0.533	8.57	4.57
Oficial	h-h	0.533	7.70	4.10
Peon	h-h	0.533	6.87	3.66
SUBTOTAL 1				12.33

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Tuberia de concreto reforzado de 12'	und	1.050	22.54	23.67
SUBTOTAL 2				23.67

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Desgaste de herramientas	%	0.030	12.33	0.37
SUBTOTAL 3				0.37

4. TOTAL COSTO DIRECTO				36.37
------------------------	--	--	--	-------

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
: AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 7.00  
Nombre de Partida : 7.00 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

RENDIMIENTO : 12.00 m2/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capataz	0.20 h-h	0.133	10.71	1.43
Operario	1.00 h-h	0.667	8.57	5.71
Oficial	1.00 h-h	0.667	7.70	5.13
Peon	2.00 h-h	1.333	6.87	9.18
SUBTOTAL 1				21.43

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Madera	p2	2.230	1.50	3.35
Ciegos	kg	0.20	1.71	0.34
Alambre	Kg	0.20	1.71	0.34
Petroleo	Gln	0.250	3.11	0.78
SUBTOTAL 2				4.81

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Herramientas	%	0.030	9.18	0.27
SUBTOTAL 3				0.27

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3)				26.51
-------------------------------	--	--	--	-------

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN	Proyecto	: ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA : AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	Codigo de partida : 8.00 CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND Nombre de Partida : 8.01 Concreto de f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup>

RENDIMIENTO : 20.00 m<sup>3</sup>/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capataz	h-h	0.400	10.71	4.28
Operario	h-h	0.400	8.57	3.43
Oficial	h-h	0.400	7.70	3.08
Peon	h-h	8.000	6.87	54.96
Curado	%	0.070	54.96	3.85
SUBTOTAL 1				69.60

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Cemento	B	9.00	13.54	121.86
Grava 1/2"	m <sup>3</sup>	0.800	35.50	28.40
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.500	14.67	7.34
Agua Potable	m <sup>3</sup>	0.120	5.50	0.66
SUBTOTAL 2				158.26

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Vibrador 3HP - 1'	1.00 h-m	0.400	3.67	1.47
Mazcladoras 11 p3	1.00 h-m	0.400	16.14	6.46
Winohe o/2 baldes	1.00 h-m	0.400	1.01	0.40
Combust. y Lubrio.	%	0.700	8.33	5.83
Herramientas	%	0.000	69.60	2.09
SUBTOTAL 3				16.25

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3) 244.11

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN	Proyecto	: ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA : AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	Codigo de partida : 8.00 CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND Nombre de Partida : 8.02 Concreto de f'c=140 Kg/cm <sup>2</sup>

RENDIMIENTO : 25.00 m<sup>3</sup>/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capataz	h-h	0.064	10.71	0.69
Operario	h-h	0.640	8.57	5.48
Oficial	h-h	0.640	7.70	4.93
Peon	h-h	2.560	6.87	17.59
Curado	%	0.070	17.59	1.23
SUBTOTAL 1				29.92

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Cemento	B	7.39	13.56	100.36
Grava 1/2"	m <sup>3</sup>	0.800	35.50	21.30
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0.590	14.67	8.68
Agua Potable	m <sup>3</sup>	0.120	5.20	0.62
SUBTOTAL 2				130.94

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Vibrador 3HP - 1'	h-m	0.320	3.67	1.17
Mazcladora 11 p3	h-m	0.320	16.14	5.16
Winohe o/2 baldes	h-m	0.320	1.01	0.32
Combust. y Lubrio.	%	0.700	6.65	4.66
Herramientas	%	0.030	29.92	0.90
SUBTOTAL 3				12.21

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3) 173.07

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Código de partida : 9.00

Nombre de Partida : 9.00 ACERO DE REFUERZO

RENDIMIENTO : 250.00 kg/d

1. MANO DE OBRA					
PERSONAL		UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Cepatez	0.20	h-h	0.006	10.71	0.07
Operario	1.00	h-h	0.032	8.57	0.27
Oficial	1.00	h-h	0.032	7.70	0.25
Peon	1.00	h-h	0.032	6.87	0.22
SUBTOTAL 1					0.81

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Acero	Kg	1.050	1.27	1.33
Alembre	Kg	0.03	1.71	0.05
Distanciadores	%	0.250	0.05	0.01
SUBTOTAL 2				1.39

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Banco de trabajo	%	0.100	0.69	0.07
Herramientas	%	0.030	0.22	0.01
SUBTOTAL 3				0.08

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3)				2.28
-------------------------------	--	--	--	------



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA,  
CIVIL

Proyecto : ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 10.00 REJILLA  
Nombre de Partida : 10.01 Rejilla para cunetas de 0.80m x 0.35m

RENDIMIENTO : 10.00 Und/dia

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UND.	CANT.	P.U.	PARCIAL
Operario	h-h	0.800	8.57	6.86
Peon	h-h	0.800	6.87	5.50
SUBTOTAL 1				12.36

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UND.	CANT.	P.U.	PARCIAL
Platina de hierro $\phi=3/16'$ (2' y 1')	Kg	5.300	9.80	51.94
Soldadura	Kg	1.000	5.99	5.99
Pintura anticorrosiva	Gln	0.060	13.84	0.83
Pintura esmalte	Gln	0.060	18.22	1.09
SUBTOTAL 2				59.85

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	IND.	CANT.	P.U.	PARCIAL
Soldadora 250 Amp	h-m	1.00	7.00	7.00
Herramientas	%	0.030	12.36	0.37
SUBTOTAL 3				7.37

4. TOTAL COSTO DIRECTO 79.58

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 10.02  
Nombre de Partida : 10.00 REJILLA  
10.02 Rejilla para buzones de 0.90m x 0.90m

RENDIMIENTO : 8.00 Und/dia

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UND.	CANT.	P.U.	PARCIAL
Operario	h-h	1.000	8.57	8.57
Peon	h-h	1.000	6.87	6.87
SUBTOTAL 1				15.44

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UND.	CANT.	P.U.	PARCIAL
Platina de hierro $\phi=3/16'$ (2' y 1')	Kg	19.530	9.80	191.39
Soldadura	Kg	1.000	5.99	5.99
Pintura anticorrosiva	Gln	0.060	13.84	0.83
Pintura esmalte	Gln	0.060	18.22	1.09
SUBTOTAL 2				199.30

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	IND.	CANT.	P.U.	PARCIAL
Soldadora 250 Amp	h-m	1.00	7.00	7.00
Herramientas	%	0.030	15.44	0.46
SUBTOTAL 3				7.46

4. TOTAL COSTO DIRECTO 222.20

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto

'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA LA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de Partida

10.03

Nombre de Partida

10.03 REJILLA

10.03 Malla en la salida del tubo de entrase

RENDIMIENTO = 20.00 Und/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT	P.U.	PARCIAL
Operario	h-h	0.400	8.57	3.43
SUBTOTAL 1				3.43

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Malla tejida de alambre negro. $\phi = 4.2$ mm	m <sup>2</sup>	0.060	4.50	0.26
Soldadura	Kg	0.100	5.99	0.60
SUBTOTAL 2				0.96

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Soldadura 250 Amc.	h-m	0.300	7.00	2.10
Herramientas	%	0.030	3.43	0.10
SUBTOTAL 3				2.20

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1 + 2 + 3) por unidad 6.59

5 PRECIO POR M<sup>2</sup> 32.95

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 11.01

Nombre de Partida : 11.00 ALCANTARILLA TMC ABOVEDADA  
11.01 ALCANTARILLA ABOVEDADA

RENDIMIENTO = 25.00 ml/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Operario	h-h	0.320	8.57	2.74
Oficial	h-h	0.320	7.70	2.48
Peon	h-h	0.320	6.87	2.20
SUBTOTAL 1				7.40

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Alcantarilla Abovedada	ml	1.000	335.00	335.00
SUBTOTAL 2				335.00

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Herramientas	%	0.050	7.40	0.37
SUBTOTAL 3				0.37

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3) 342.77

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 11.02

Nombre de Partida : 11.00 ALCANTARILLA TMC ABOVEDADA  
11.02 ALCANTARILLA TMC D-60'

RENDIMIENTO = 25.00 ml/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Operario	h-h	0.320	8.57	2.74
Oficial	h-h	0.320	7.70	2.48
Peon	h-h	0.320	6.87	2.20
SUBTOTAL 1				7.40

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Alcantarilla TMC	ml	1.000	292.50	292.50
SUBTOTAL 2				292.50

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Herramientas	%	0.050	7.40	0.37
SUBTOTAL 3				0.37

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3) 300.27

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 12.00

Nombre de Partida : 12.00 LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS

RENDIMIENTO : 3 m/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capataz	h-h	0.333	10.71	5.71
Peon	h-h	5.333	6.87	36.64
SUBTOTAL 1				42.35
2. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Herramientas manuales	%	0.050	42.35	2.12
SUBTOTAL 2				2.12
3 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2)				44.47

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PARA AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 13.00

Nombre de Partida : 13.00 DEMOLICION Y ELIMINACION DE CABEZALES

RENDIMIENTO : 20.00 m3/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Capataz	h-h	0.20	10.71	4.28
Operario	h-h	1.00	8.57	3.43
Oficial	h-h	1.00	7.70	3.08
Peon	h-h	2.00	8.87	8.24
SUBTOTAL 1				19.03
2. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Compresora Neumatica	h/m	0.40	42.70	17.08
Martillo 25-29 kg.	h/m	0.40	7.60	3.04
Cargador Frontal 3.5 Yd3, 180 HP	h/m	0.40	138.82	55.53
Volquete 12 m3	h/m	0.40	133.79	53.52
Herramientas	%	0.050	19.03	0.95
SUBTOTAL 2				130.11
3 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2)				149.14

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PAR  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 14.00

Nombre de Partida : 14.00 REMOCION DE ALCANTARILLA METALICA

RENDIMIENTO : 10.00 ml/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Cepataz	h-h	0.400	10.71	4.28
Operario	h-h	0.800	8.57	6.86
Oficial	h-h	0.800	7.70	6.16
Peon	h-h	2.400	6.87	16.48
SUBTOTAL 1				33.78

2. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Volquete 8m3	h-m	0.800	120.81	96.65
Herramientas	%	0.050	33.79	1.69
SUBTOTAL 2				98.34

3 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2) 132.13

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto : 'ESTUDIOS DE INGENIERIA DE DRENAJE A NIVEL DEFINITIVO PAR  
AMPLIACION DEL AEROPUERTO 'JUAN SIMONS VELA'

Codigo de partida : 15.00

Nombre de Partida : 15.00 GEOTEXTIL PARA DREN PERFORADO

RENDIMIENTO : 200.00 m3/d

1. MANO DE OBRA				
PERSONAL	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Oficial	h-h	0.040	6.87	0.27
Peon	h-h	0.040	7.70	0.31
SUBTOTAL 1				0.58

2. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNID	CANT.	P.U.	PARCIAL
Geotextil (ancho 4.3 m2)	m2	1.00	5.36	5.36
SUBTOTAL 2				5.36

3. EQUIPO				
DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P.U.	PARCIAL
Herramientas	%	0.030	0.58	0.02
SUBTOTAL 3				0.02

4 TOTAL COSTO DIRECTO (1+2+3) 5.96

**P.- METRADOS, COSTOS Y PRESUPUESTOS**

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>Proyecto: ESTUDIO DE INGENIERIA DE DRENAJE PARA EL AEROPUERTO "JUAN SIMONS VELA"</b> <b>Ubicación: PROVINCIA DE RIOJA - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN</b> <b>Fecha: AL 31 DE AGOSTO DE 1995</b>						
1.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>					
1.01	Movilización y desmovilización de Equipos	Global	1.00	5571.19	5571.19	
1.02	Limpieza de cauces con maquina	Ha.	3.50	2841.07	9943.75	
1.03	Desvío de cauce y mantenimiento de terreno durante la obra	ml.	240.00	4.89	1173.60	
1.04	Trazo y Replanteo general del proyecto	Glb.	1.00	8640.06	8640.06	25228.60
2.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
2.01	Excavación de Plataforma	m3	31182.00	4.57	142501.74	
2.02	Excavación para Estructuras	m3	4379.00	8.81	38578.99	
2.03	Relleno y Compactación con material drenante	m3	6330.00	31.60	200028.00	
2.04	Relleno y Compactación con material suelto	m3	2090.00	19.54	40838.60	
2.05	Eliminación de Desmonte	m3	6579.00	13.52	88948.08	510895.41
3.00	<b>MAMPOSTERIA DE PIEDRA</b>					
3.01	Suministro y colocación de 0.20m. de diametro equivalente	m3	2630.00	49.24	129501.20	
3.02	Concreto Fc = 140 kg/cm2	m3	1664.00	173.07	287988.48	417489.68
4.00	<b>CONSTRUCCION DE TERRAPLEN</b>	m3	804.00	26.80	21547.20	21547.20
5.00	<b>ENROCADO DE PROTECCION</b>					
5.01	Suministro y colocación de enrocado para protección de encauzamiento con rocas igneas acomodadas de Ø = 0.30m. (mín.)	m3	630.00	44.96	28324.80	
5.02	Suministro y colocación de enrocado para protección de las pozas de disipación con rocas igneas acomodadas de Ø = 0.30m. (mín.)	m3	100.00	45.90	4590.00	32914.80

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
				<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>Proyecto: ESTUDIO DE INGENIERIA DE DRENAJE PARA EL AEROPUERTO "JUAN SIMONS VELA"</b> <b>Ubicación: PROVINCIA DE RIOJA - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN</b> <b>Fecha: AL 31 DE AGOSTO DE 1995</b>		
6.00	<b>TUBERIA DE CONDUCCION Y DRENAJE</b>					
6.01	Tubería de PVC clase 5 de ID = 2'	ml.	98.00	11.12	1089.76	
6.02	Tubería de PVC clase 5 de ID = 4'	ml.	915.00	19.98	18281.70	
6.03	Tubería de PVC clase 5 de ID = 8' Perforado	ml.	5300.00	38.66	204898.00	
6.04	Tubería de PVC clase 5 de ID = 8' No perforado	ml.	1060.00	38.66	40593.00	
6.05	Tubería de Concreto reforzado de ID = 12'	ml.	2400.00	36.38	87312.00	352174.46
7.00	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>	m2.	5486.00	26.51	145433.66	145433.86
8.00	<b>CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND</b>					
8.01	F <sub>c</sub> = 140 kg/cm <sup>2</sup>	m3.	18.00	173.07	3115.26	
8.02	F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m3.	86.15	244.11	21030.08	24145.34
9.00	<b>ACERO DE REFUERZO</b>	kg.	6651.52	2.28	15165.47	15165.47
10.00	<b>REJILLA</b>					
10.01	Rejilla para cuneta de 0.80 x 0.35m.	und.	7050.00	79.58	561039.00	
10.02	Rejilla para buzones de 0.90 x 0.90m.	und.	80.00	222.20	17776.00	
10.03	Malla en la salida de tubos de entrega	m2.	32.95	32.95	494.25	579309.25
11.00	<b>ALCANTARILLA TMC</b>					
11.01	Alcantarilla Abovedada f = 2.12m. L = 3.41m. e = 3.5mm.	ml.	331.00	342.77	113456.87	
11.02	Alcantarilla circular Ø = 60"	ml.	15.00	327.00	4905.00	118361.87



CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
12.00	LIMPIEZA DE ALCANTARILLA	ml.	320.00	44.47	14230.40	14230.40
13.00	DEMOLICION Y ELIMINACION DE CABEZALES	m3.	14.20	149.14	2117.79	2117.79
14.00	REMOCION DE ALCANTARILLA	ml.	35.00	132.13	4624.55	4624.55
15.00	GEOTEXTIL	m2.	3649.00	5.96	21748.04	21748.04
16.00	EXPROIACIOPN DE TERRENO	Has.	22.00	2925.00	64360.00	64360.00
COSTO DIRECTO					s/.	2349736.71
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES		25.00%		s/.	587434.18	
SUBTOTAL					s/.	2937170.89
I.G.V.		18.00%		s/.	528690.76	
COSTO TOTAL					s/.	3465861.64

**C. - CRONOGRAMA**

### CRONOGRAMA GENERAL DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	SEMANAS													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CD - 100	Topografe y Replanteo	■	■	■											
CD - 200	Limpieza y desbroce	■	■												
CD - 300	Excavaciones y relleno		■	■	■	■	■								
CD - 400	Revestimiento de Canales			■	■	■	■	■							
CD - 500	Alcantarillas				■	■	■	■							
CD - 600	Obras Auxiliares					■	■	■	■						
CD - 700	Sub-Drenaje					■	■	■	■	■	■	■	■		
CD - 800	Instalaciones Complementarias						■	■	■	■	■	■	■		

**Nota:** Los trabajos a realizarse deberan coincidir con el período seco: Mayo-Octubre.  
 El presente cronograma sera parte del Integral propuesto para la rehabilitacion y amplacion del aeropuerto.

**F.- FOTOGRAFIAS**

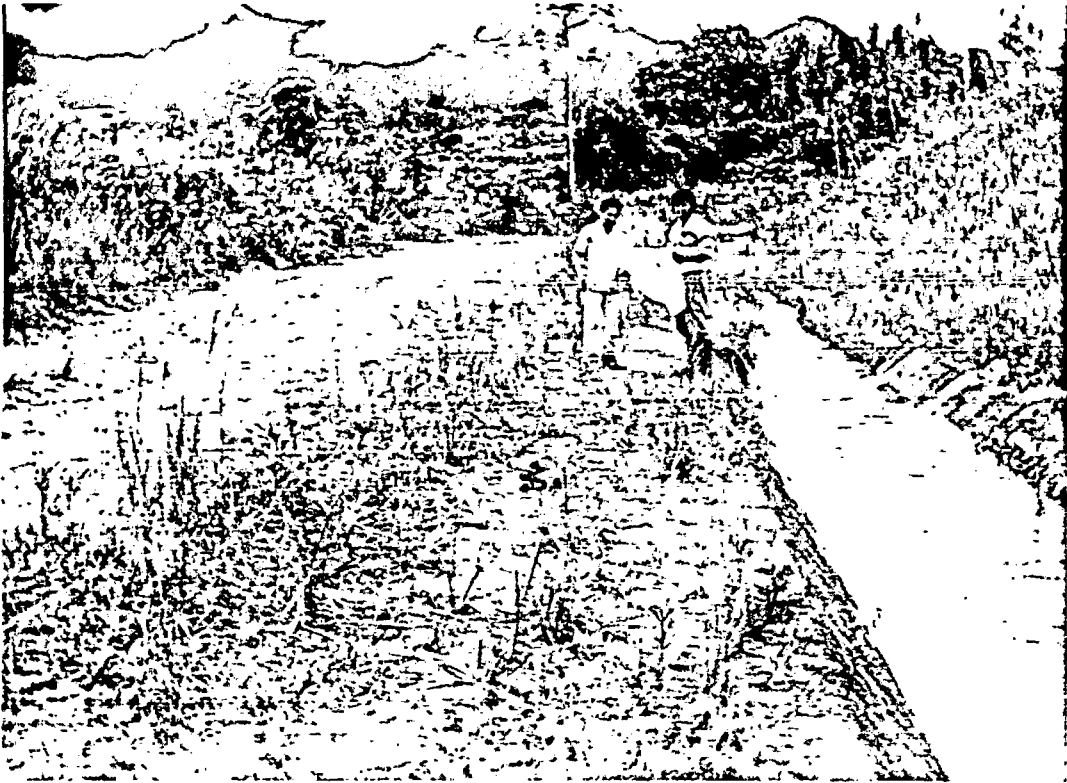


Foto # 1

Canal de Irrigación "Yorongos": Se nota sectores con revestimiento de concreto y secciones sin revestir; canal troncal que alimenta a los drenes laterales las cuales a su vez lo hacen a los terrenos aledaños al aeropuerto.

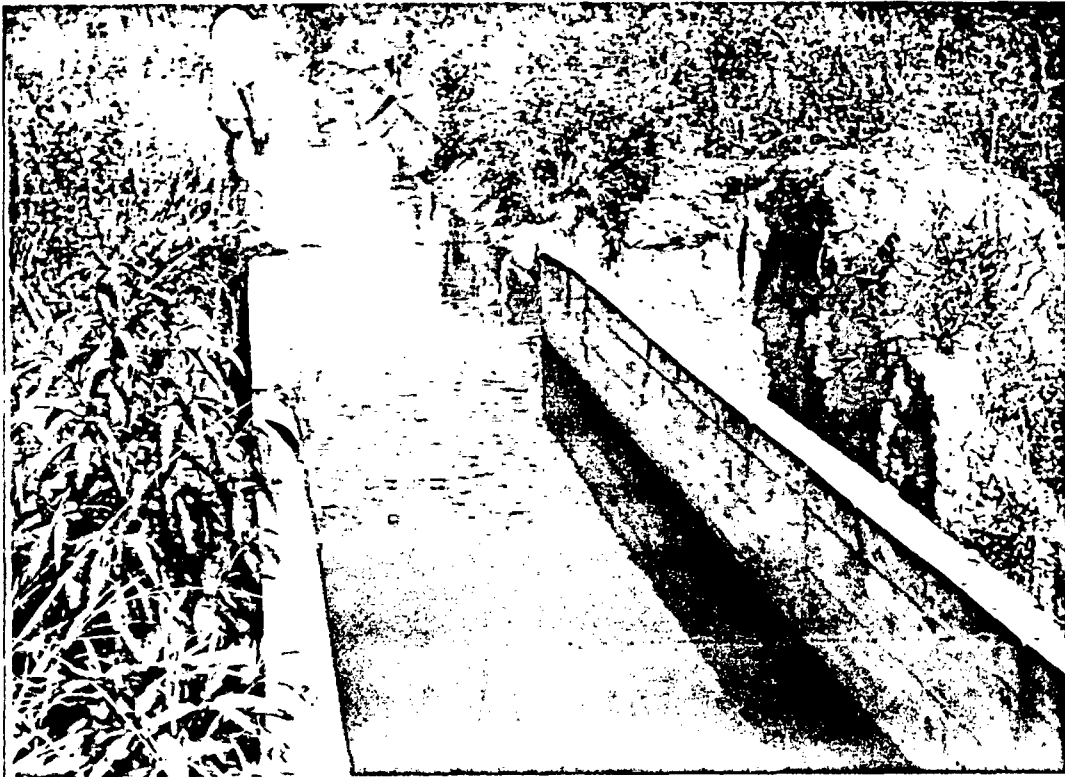


Foto #2

Parte del canal "Yorongos", se puede observar el problema de erosión en los taludes que se resuelve temporalmente incrementando la sección rectangular en forma de acueducto para contrarrestar la desestabilización.

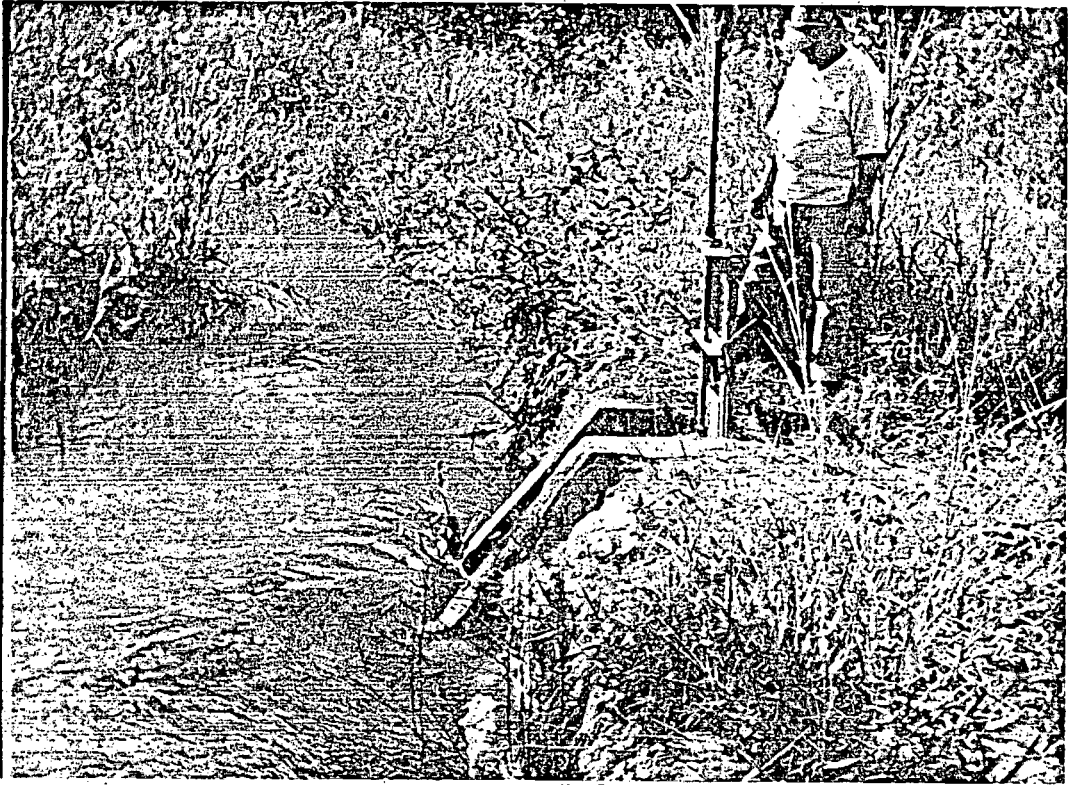


Foto # 3

Compuerta que regula el ingreso de las aguas del Dren Lateral # 18 desde el canal "Yorongos"; este aumenta la quebrada que va a pasar por la alcantarilla en la zona Sur del Proyecto de Ampliación del Aeropuerto.

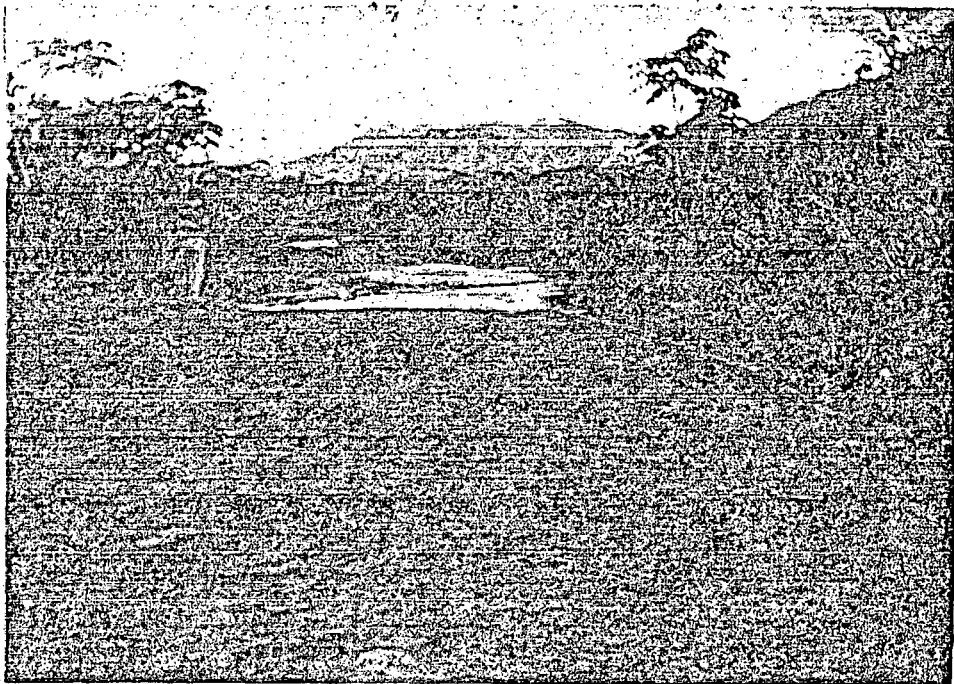


Foto # 4

En épocas de lluvia las aguas aumentan considerablemente, saturando e inundando las zonas aledañas; aquí vemos en épocas de avenida a la Quebrada Trancayacu, que a su vez es alimentada por el dren lateral #19; esta Qbda. cruza transversalmente al Aeropuerto en la progresiva 0+820.

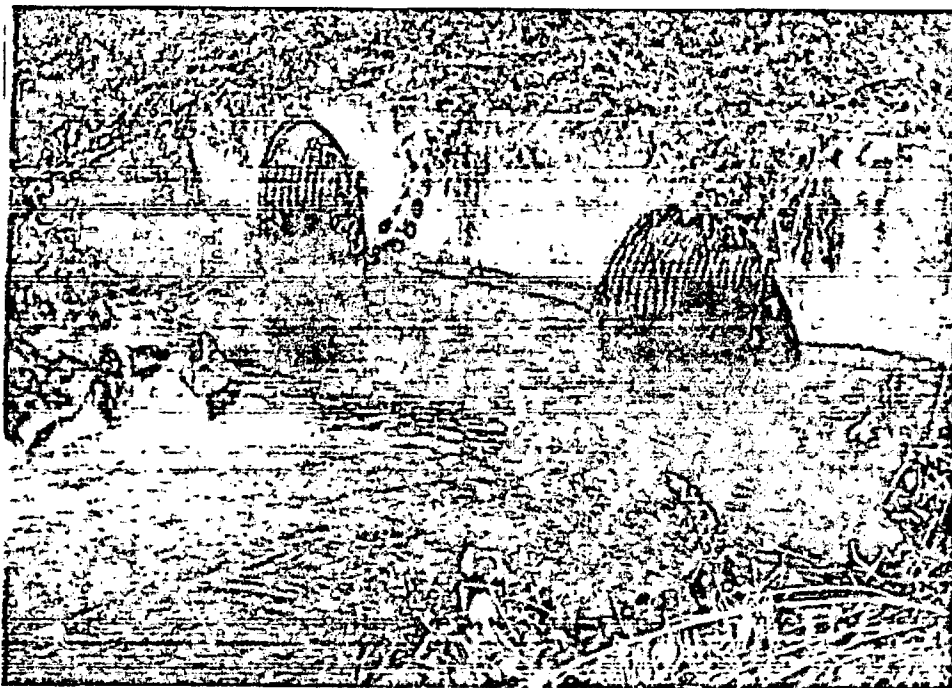


Foto # 5

Cabezal aguas arriba de la alcantarilla (2 "ojos"  $\varnothing=60''$ ), de la Quebrada Trancayacu, que pasa transversalmente en la progresiva 0+820 de la pista del Aeropuerto.

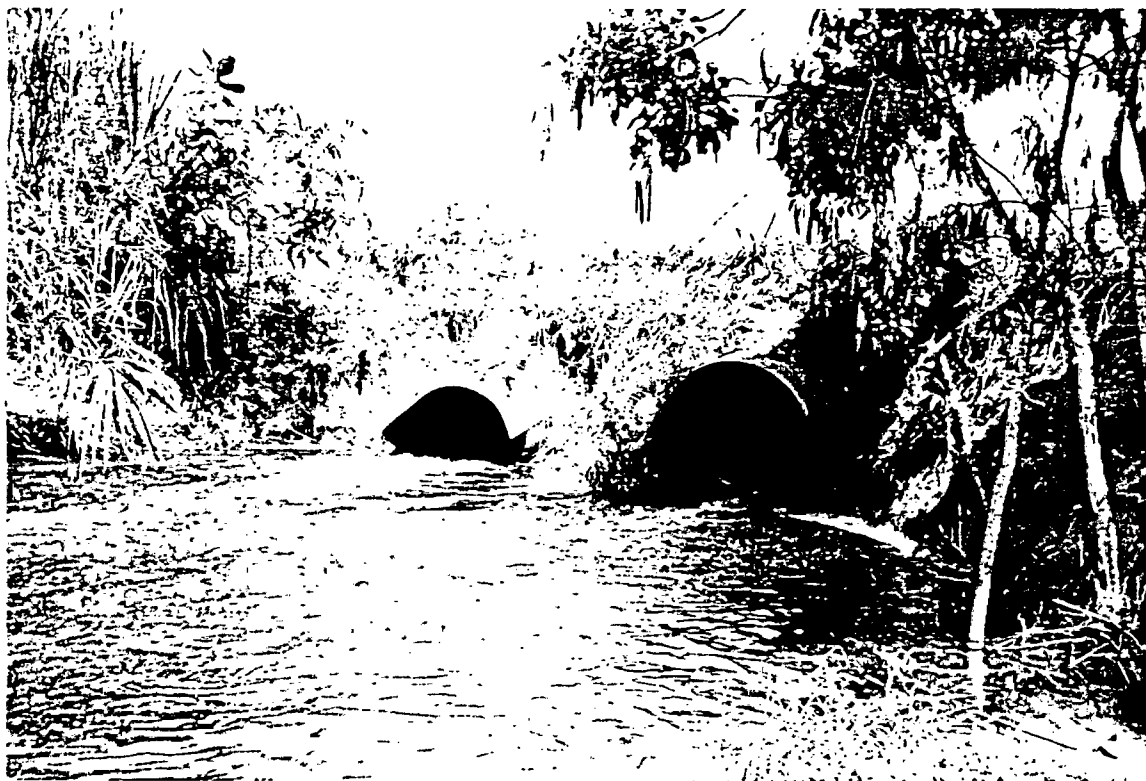


Foto # 6

Cabezal aguas abajo de la misma alcantarilla, véase las malas condiciones en la que se encuentra, tanto los propios conductos así como la falta de cabezal en este sector.



Foto # 7

Laguna ubicada al Sur-Este del aeropuerto a solamente 77.00 mts. desde el eje de la pista. Laguna formada por la depresión natural y la explotación del material existente (grava), así como la impermeabilidad del material base.



Foto # 8

"Pozas" formadas con fines agrícolas para la siembra de arroz en terrenos colindantes al aeropuerto, lo que mantiene la saturación de los suelos en toda el área, próxima a la pista de aterrizaje.





Foto # 9

Drenaje pluvial (cunetas) en la zona urbana que descargan hacia la zona del Aeropuerto. Jirón Faustino Maldonado.



Foto # 10

Caño natural que proviene de la zona urbana (Cruce en el jirón Raymondi) que drena dentro del área del aeropuerto que van a alimentar la saturación del suelo; véase el tipo de alcantarilla que se utiliza.



Foto # 11

Caño natural de drenaje que también descarga al área del aeropuerto. Este es el tipo de drenaje pluvial que existe en la ciudad de Rioja, son las que recolectan las aguas pluviales que llegan a través de cunetas.

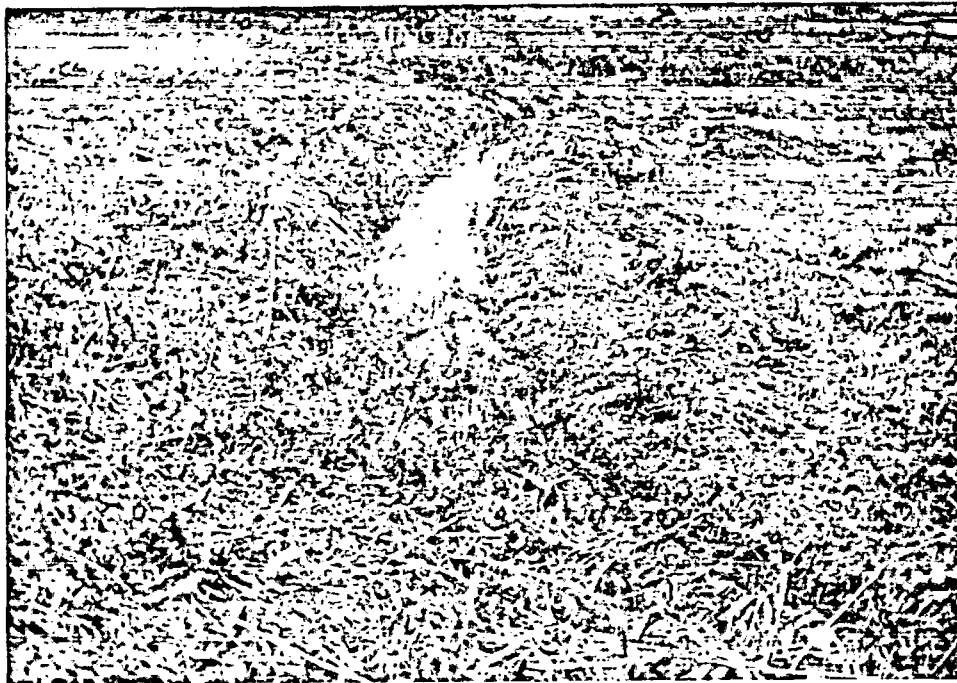


Foto # 12

Canal rústico ubicada dentro del área de la zona de seguridad del aeropuerto; observase el crecimiento de vegetación dentro de la sección del canal, el poco mantenimiento, así como los charcos aledaños al mismo.



Foto # 13



Foto # 14

Foto # 13.- Canal recolector paralelo a la pista de aterrizaje. Margen Oeste ubicado hacia la zona Norte que va a drenar en la alcantarilla que cruza la carretera Marginal, Observase el material del suelo y el mal alineamiento.

Foto # 14.- Vista de la inestabilidad de los taludes existentes del canal recolector; debido al tipo de material expuesto se requiere una sección trapezoidal.



Foto # 15

Foto # 15.- Area pantanosa, llamada por los lugareños "El Tragadero" debido al afloramiento de aguas subterráneas que hacen de la capacidad portante un problema de cimentación. Ubicada aproximadamente en la progresiva 0-370.

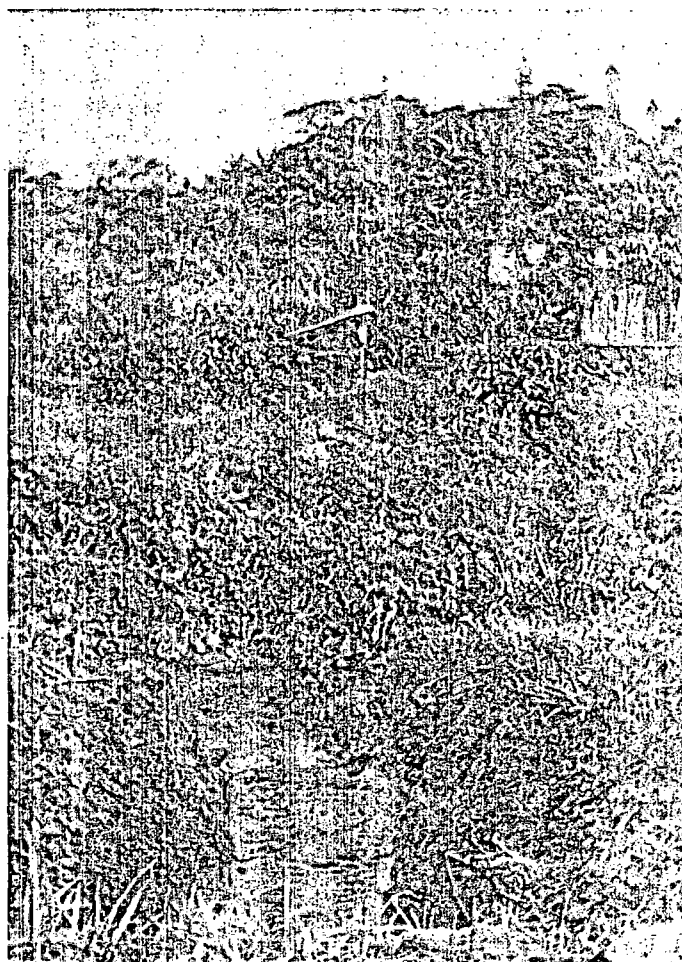


Foto # 16

Foto # 16.- Vista aguas arriba del ingreso a la alcantarilla de alivio ubicada sobre la Carretera Marginal (zona Norte) y que descarga al cauce del río Uquihua.

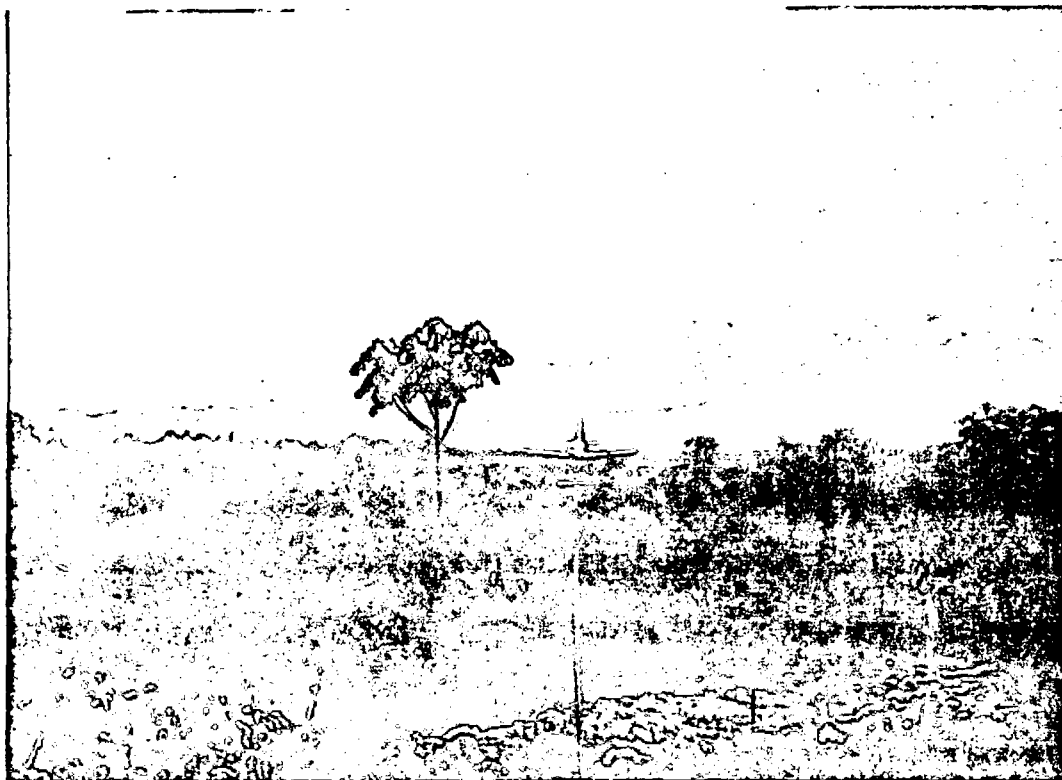


Foto # 17

Vista de una aeronave y el jalón que nos indica la dirección proyectada del eje de la vía, por donde será ampliada la pista de aterrizaje (zona Norte).



Foto # 18

Vista longitudinal de la zona Norte de ampliación desde el extremo de la pista (terraplén).



Foto # 19

Vista desde el extremo de la pista del área de ampliación de la zona Sur donde actualmente existen arrozales que se alimentan del drenaje de las quebradas y pantanos existentes pendiente arriba.



Foto # 20

Area correspondiente a la ampliación Sur del aeropuerto. Se observa el problema de la napa freática alta, lo cual debe ser considerado para el desarrollo de un sistema de drenaje adecuado.



Foto # 21

Vista del área sobre el cual se ampliará el aeropuerto en un futuro en el sector Sur. observase la vegetación existente; La trocha se abrió con fines de levantamiento topográfico.



Foto # 22

Cauces de aguas en el sector Sur de la ampliación futura, estos se forman por el mal manejo de los drenes laterales del canal de Irrigación "Yorongos".



Foto # 23

Pista actual donde se observa las grietas formadas por falta de un sistema de drenaje ; También se observa el intenso parchado en la zona central de pista debido al mismo problema.



Foto # 24

Preciso instante cuando una aeronave aterriza. Observase el afloramiento (tipo Géiser)del agua atrapada entre la carpeta de rodadura y la base del pavimento cuando las ruedas presionan la pista; esta saturación se produce después de las lluvias donde el agua ingresa por las grietas y no tiene escape.





Foto # 25

Trabajos de topografía para el levantamiento del área, de la zona Norte de ampliación del aeropuerto.



Foto # 26

Levantamiento topográfico para los sectores transversales de la zona operativa de la pista actual.

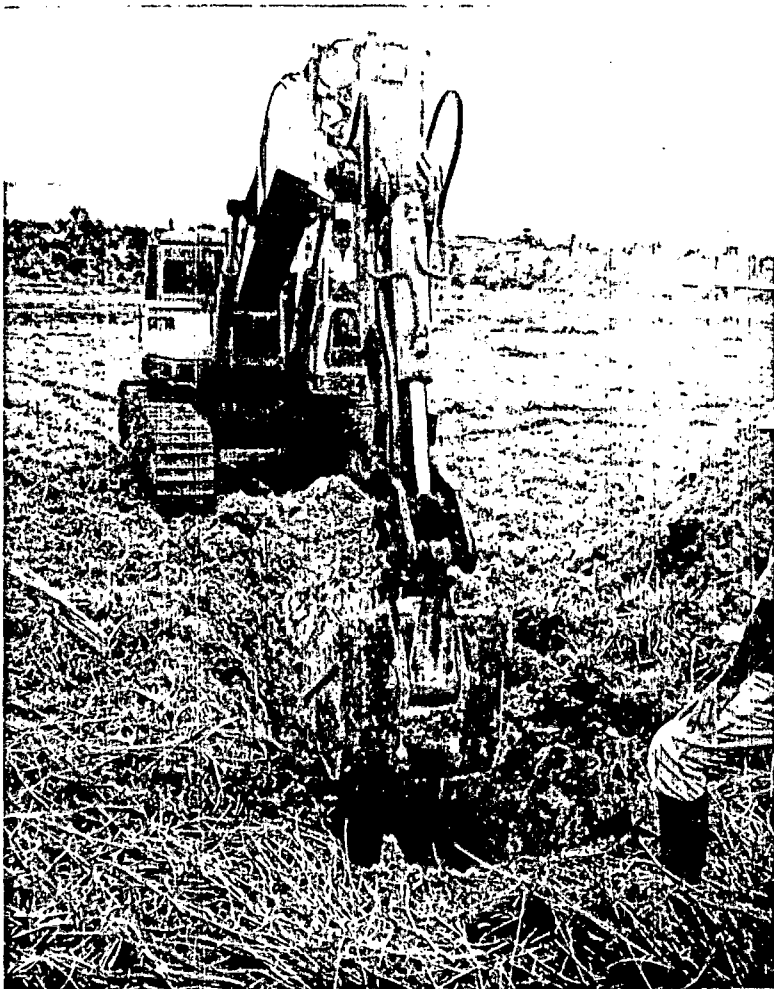


Foto # 27

Foto # 27.- Trabajos de campo para el estudio de Mecánica de Suelos, en la ejecución de calicatas; se observa el proceso de excavación de la C-6, en la franja de seguridad, se hizo con el apoyo de la Pala Mecánica.



Foto # 28

Foto # 28.- Se nota la sección de la calicata (1.50 x 0.80m.) con profundidad variable. Se puede observar la estratigrafía del suelo y el nivel freático; así como la presencia de material cohesivo.



Foto # 29

Procediendo a sacar muestras de los diferentes estratos del suelo de las calicatas para su posterior análisis.



Foto # 30

Tomando datos de campo en el sector sur donde quedará la alcantarilla (progresiva 2+070).



Foto # 31



Foto # 32

Trabajos con Posteadora Manual. Observase que existen dos tipos de suelos; unos resistentes donde requirió ingeniarse para poder hacer las perforaciones y otros sectores blandos donde se requirió el uso de fundas para poder extraer las muestras deseadas.

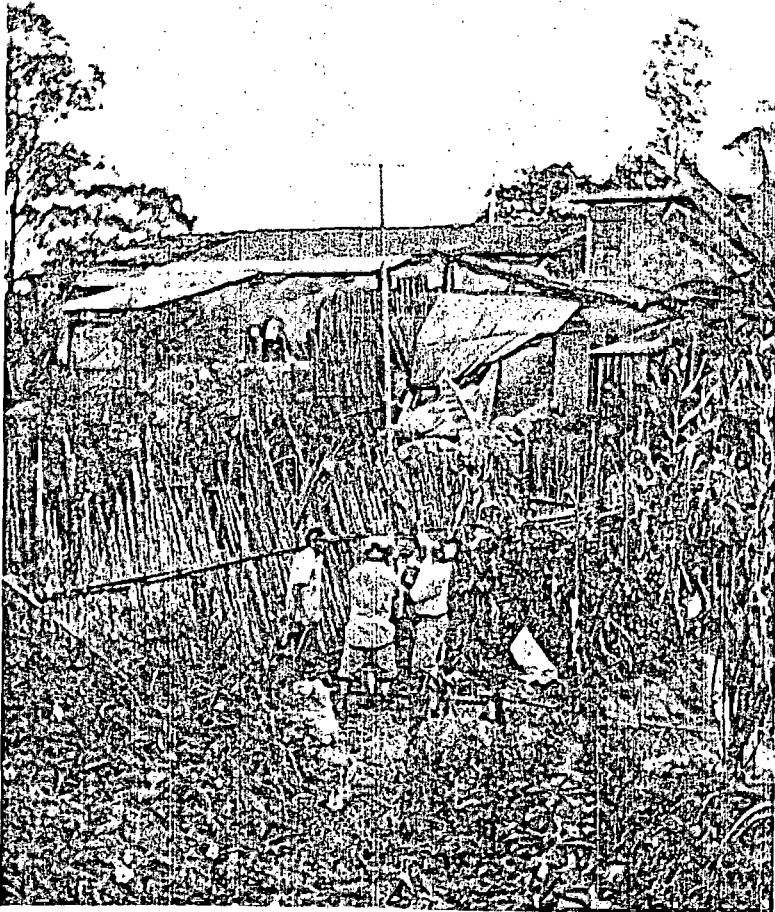


Foto # 33

Foto # 33.- Se muestra la longitud (6.00) de la posteadora manual la cual será introducida en el suelo para obtener muestras que se requiere.

Foto # 34.- Sacando material de muestra de la posteadora, el cual será debidamente sellado y codificado para hacer ensayos en el laboratorio de geotecnia.



Foto # 34



Foto # 35

Foto # 35.- Instalación del equipo para el ensayo del cono holandés, tomada en la zona norte de ampliación.

Foto # 36.- Manómetro el cual indica la resistencia del suelo; los datos se obtiene cada 20 cm. de hundimiento. Observase el sistema de poleas del equipo.

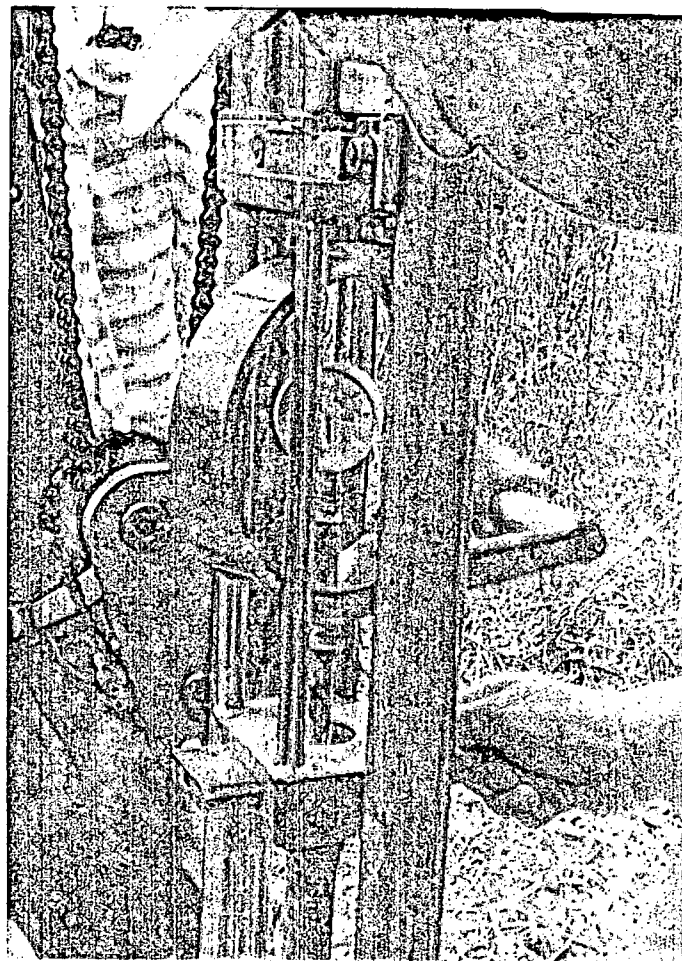


Foto # 36



Foto # 37



Foto # 38

Foto # 37.- Piezómetro, aparato con el cual se puede hacer mediciones de la variación de la Napa Freática. Observase las partes: el filtro y el tubo.

Foto # 38.- Proceso de zarandeo para obtener el material filtrante a se utilizado en la instalación del piezómetro.



Foto # 39



Foto # 40

Foto # 39.- Instalación del Piezómetro.- Colocación del material filtrante entre el filtro del Piezómetro y el suelo natural.

Foto # 40.- Colocación del material impermeable (Bentonita), a la altura después del filtro piezométrico 0.30m. hacia la superficie, después se rellena con material del mismo sitio.





Foto # 41

Proceso final de la instalación de los Piezómetros. Aquí se observa el tipo de cabezal para darle seguridad en los sectores con terrenos blandos.



Foto # 42

Otro tipo de cabezal, en sectores donde el suelo es resistente no fue necesario encofrar.

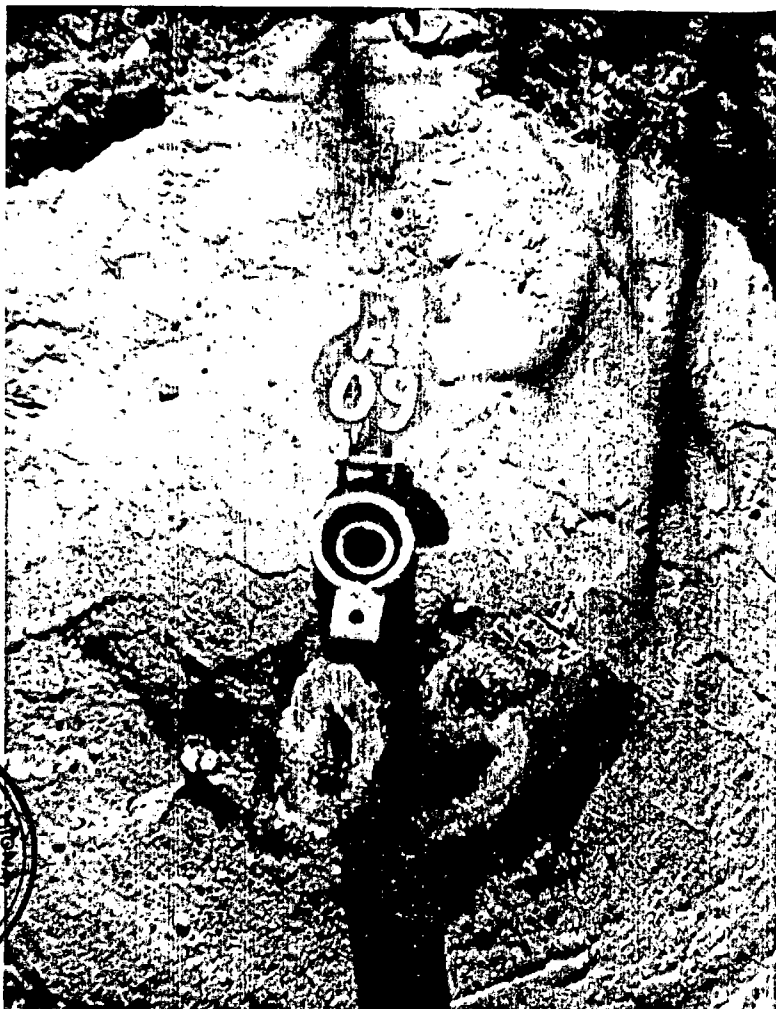


Foto # 43

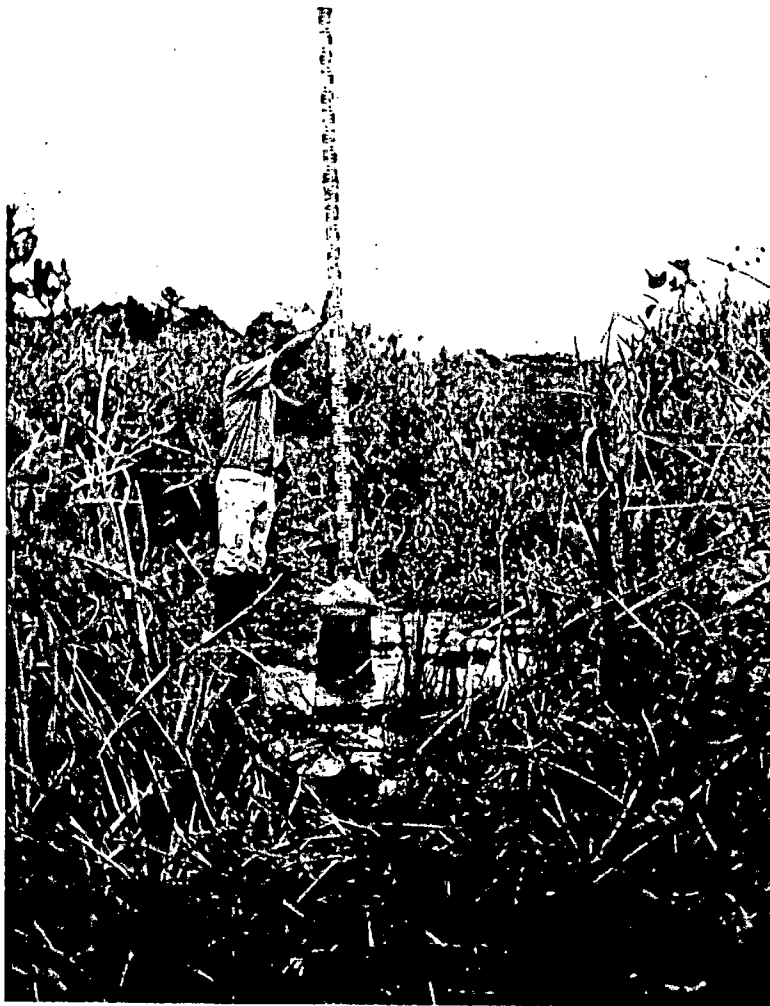


Foto # 44

Foto # 43.- Aquí se aprecia la tapa de seguridad del Piezómetro, la numeración, etc.

Foto # 44.- Proceso de nivelación de la red piezométrica las cuales serán considerados como BMs. de referencia la cual es muy importante para la ubicación geográfica.

