

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS

ANÁLISE DE ESTRUTURAS TUBULARES
DE EDIFÍCIOS ALTOS SOB CARGA LATERAL

NARA VILLANOVA MENON

SÃO CARLOS, AGOSTO DE 1984

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS

ANÁLISE DE ESTRUTURAS TUBULARES DE
EDIFÍCIOS ALTOS SOB CARGA LATERAL

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de "Mestre em Engenharia de Estruturas".

ENGA. NARA VILLANOVA MENON

Orientador:

PROF. DR. EDDIE MANCINI

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Eddie Mancini

Profa. Dra. Helena M.C. Carmo Antunes

Profa. Dra. Célia M.F. Andrade

Suplentes:

Prof. Dr. Walter Savassi

Prof. Dr. Maxmillian Hemil Hehl

São Carlos, agosto de 1984

Aos meus pais

e

irmã

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui consignado meu agradecimento e admiração ao Prof. Dr. Eddie Mancini pela orientação e sobretudo pelo seu apoio, dedicação e amizade.

Ao corpo docente da Pós-Graduação da EESC.

Aos funcionários Laerte Aparecido Soares, Rui Roberto Casale e Sylvia Helena Morette, pelos trabalhos de datilografia e desenho.

Ao Laboratório de Computação do Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos - USP e ao N.P.D. da Universidade Estadual de Maringá.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho apresenta a análise de estruturas tubulares de edifícios altos sujeitas à carga lateral através de técnica discreta de análise. A estrutura tridimensional é analisada utilizando os processos dos esforços e dos deslocamentos sendo esta reduzida a estruturas planas e nos nós de intersecção são introduzidas forças de interação que atuarão nos dois pórticos concorrentes.

As estruturas analisadas possuem planta retangular e dois planos de simetria. O carregamento é suposto com resultante contida em um dos planos de simetria.

O processo utilizado é o mesmo desenvolvido por P. AST em seu trabalho "Analysis of framed tube structures for tall buildings" da Universidade de Toronto.

Apresenta-se um programa em linguagem FORTRAN IV para o computador IBM 370/135 que permite analisar edifícios tubulares com plantas quadradas e retangulares, completando portanto aquele apresentado por P. AST que analisa somente edifícios de planta quadrada.

A fundamentação teórica é apresentada no capítulo I e o programa com as descrições explicativas ao usuário estão contidos no capítulo II.

No capítulo III são analisados quatro exemplos, sendo o nº 1 com planta quadrada comparados com ANTUNES, H. M.C.C. (4); o nº 2 também com planta quadrada mas contendo 29 andares 319 barras e 180 nós, o nº 3 é retangular, tem 15 andares e o nº 4 é semelhante ao nº 1 apresentando barras inclinadas nos 2ºs e 8ºs níveis.

ABSTRACT

This dissertation aims at presenting the analysis of tubular structures for tall buildings liable to lateral load through discrete analysis method. The tridimensional structure is analysed using the Stiffness and Flexibility Methods and it is reduced to plans structures. Interaction Forces are introduced at the corner joints and they will act on the two orthogonal frames.

The analysed buildings have rectangular plan and two plans of symmetry. The loading is supposed to have the resultant contained in one of plans of symmetry.

The process used is the same developed by F. AST in his work "Analysis of framed tube structures for tall buildings" from University of Toronto.

A program in FORTRAN IV language for IBM/315 computers allows the analysis of tubular buildings with rectangular plans, completing therefore the program presented by P. AST which treats only square tubular buildings.

The theory is presented on chapter I and the computer program with its explanations are contained on chapter II.

The examples are analysed on chapter III. The example number 1 has square plan and it is compared with ANTUNES, H.M.C.C.(4); the example number II has square plan, 29 levels, 319 members and 180 joints; the example number 3 has rectangular plan and 15 levels: The example number 4 is similar to number 1 but presents members not orthogonal on the 2nd and 8th levels.

Í N D I C E

- INTRODUÇÃO	i
--------------------	---

CAPÍTULO I

I-1 - Introdução	I-1
I-2 - Hipóteses	I-3
I-3 - Processo Utilizado	I-3

CAPÍTULO II

II-1 - Descrição dos principais passos do programa	II-1
II-2 - Descrição das principais variáveis utilizadas no programa	II-3
II-3 - Dimensões das variáveis subscritas	II-7
II-4 - Entrada de dados	II-7
II-5 - Diagrama de blocos	II-9
II-6 - Listagem do programa	II-54

CAPÍTULO III

III-1 - Exemplo 1	III-1
III-2 - Exemplo 2	III-27
III-3 - Exemplo 3	III-74
III-4 - Exemplo 4	III-145
III-5 - Conclusão	III-159
- REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	III-160
- BIBLIOGRAFIA	III-161

INTRODUÇÃO

O recente desenvolvimento em edifícios altos tem levado à procura de novos sistemas estruturais que ofereçam economia e eficiência. Dentre estes enquadram-se as estruturas tubulares que, adaptando-se aos padrões arquitetônicos usuais, estão sendo utilizadas em edifícios comerciais e residenciais.

As estruturas tubulares são constituídas normalmente por quatro pórticos ortogonais interligados rigidamente nos pilares de intersecção, apresentando, em planta formas geométricas quadrada ou retangular. Cada pórtico que compõe a estrutura tubular é formado por pilares situados ao longo do seu perímetro, pouco espaçados e conectados entre si, ao nível de cada andar, por vigas de grande altura quando comparada ao vão.

Este sistema estrutural foi pela primeira vez utilizado no dimensionamento e construção de um edifício de apartamentos com 43 pavimentos em Chicago - o "De Witt Chesnut Apart. Build." em 1963. A partir de então o sistema tubular e suas variações têm sido largamente utilizados. Alguns edifícios notáveis por suas alturas foram construídos neste sistema estrutural: World Trade Center, New York, 110 pav.; John Hancock Building, Chicago, 110 pav.; Sears Tower, Chicago, 110 pav.; One Shell Plaza Building, Houston, 52 pav. (este último destaca-se por ser hoje o mais alto no mundo em concreto).

Existem algumas relações de ordem prática entre rigidezes de vigas e pilares para que o sistema tubular funcione o mais próximo possível do tubo ideal. Entretanto tais relações não devem ser tomadas como regra-básica, mas como ponto de partida para o pré-dimensionamento de tais estruturas.

A viga de borda é projetada com elevada rigidez para aproximar o comportamento da estrutura daquele do tubo ideal.

A força do vento é resistida pelos quatro pórticos do perímetro do edifício.

Vários caminhos diferentes têm sido seguidos na análise destas estruturas.

MANCINI (1), em seu trabalho, utiliza a Técnica do Meio Contínuo e obtém boa concordância nos resultados quando comparados com o Tratamento Discreto. Nesta técnica as propriedades dos elementos de conexão horizontal, (lintéis e lajes), são distribuídos uniformemente ao longo de toda a altura do edifício. Com isso, os esforços do sistema discreto ficam distribuídos continuamente na vertical.

A análise deste modelo estrutural leva a uma equação diferencial ou a um sistema destas que, resolvido, fornecem os deslocamentos e os esforços solicitantes na estrutura. Esta técnica possui o inconveniente de não permitir variações das dimensões da estrutura ao longo da altura.

COULL (2), usando a Processo Matricial, analisa a estrutura tridimensional reduzindo-a a um pórtico plano equivalente introduzindo barras horizontais fictícias entre os pórticos ortogonais com a finalidade de transmitir forças cortantes entre ambos e anular os deslocamentos relativos nos pilares de intersecção.

Como as lajes são muito rígidas em seus planos, a força do vento que atua normal à face do edifício é introduzida nos planos das mesmas.

AST (3) faz uma análise similar à de COULL (2), reduzido a estrutura tridimensional a uma estrutura plana equivalente. Nos nós de intersecção são introduzidas forças de interação que deverão atuar nos dois pórticos concorrentes.

Como os pórticos são analisados separadamente, o tempo de computação e as condições de memórias utilizadas são menores quando comparados com o processo apresentado por COULL (2). Neste trabalho, AST analisa somente os pórticos paralelos à direção do vento e a planta do edifício

tubular deve ter forma geométrica quadrada e apresentar dois planos de simetria.

Este trabalho apresenta o processo desenvolvido por AST ampliando a sua aplicação. A planta da estrutura tubular pode ter forma quadrada ou retangular. Todos os pórticos do perímetro do edifício são analisados. Foram feitas ainda otimizações no programa com relação ao tempo de computação a às memórias necessárias.

No primeiro capítulo são apresentadas as conceituações teóricas e o processo utilizado.

O segundo capítulo mostra o programa desenvolvido e as respectivas explicações para uso como: diagrama de blocos, dados de entrada, descrição dos principais passos e das variáveis utilizadas. A listagem do programa está situada na parte final deste capítulo.

No capítulo III são mostrados exemplos de aplicação. Os resultados do primeiro exemplo foram comparados com aqueles obtidos por ANTUNES, H.M.C.C. (4) para avaliação da precisão do processo apresentado.

CAPÍTULO I

I-1) Introdução

Dentre vários caminhos seguidos para a análise de estruturas tubulares de edifícios altos, será aqui desenvolvido um processo "exato", que, sem perda de precisão, utilizando conceitos dos processos dos esforços e dos deslocamentos substituirá a estrutura tridimensional por estruturas planas correspondentes.

Como é mostrado na figura (I-01) as estruturas tubulares normalmente são constituídas por quatro pórticos ortogonais que são rigidamente interligados nos cantos formando assim um tubo perfurado.

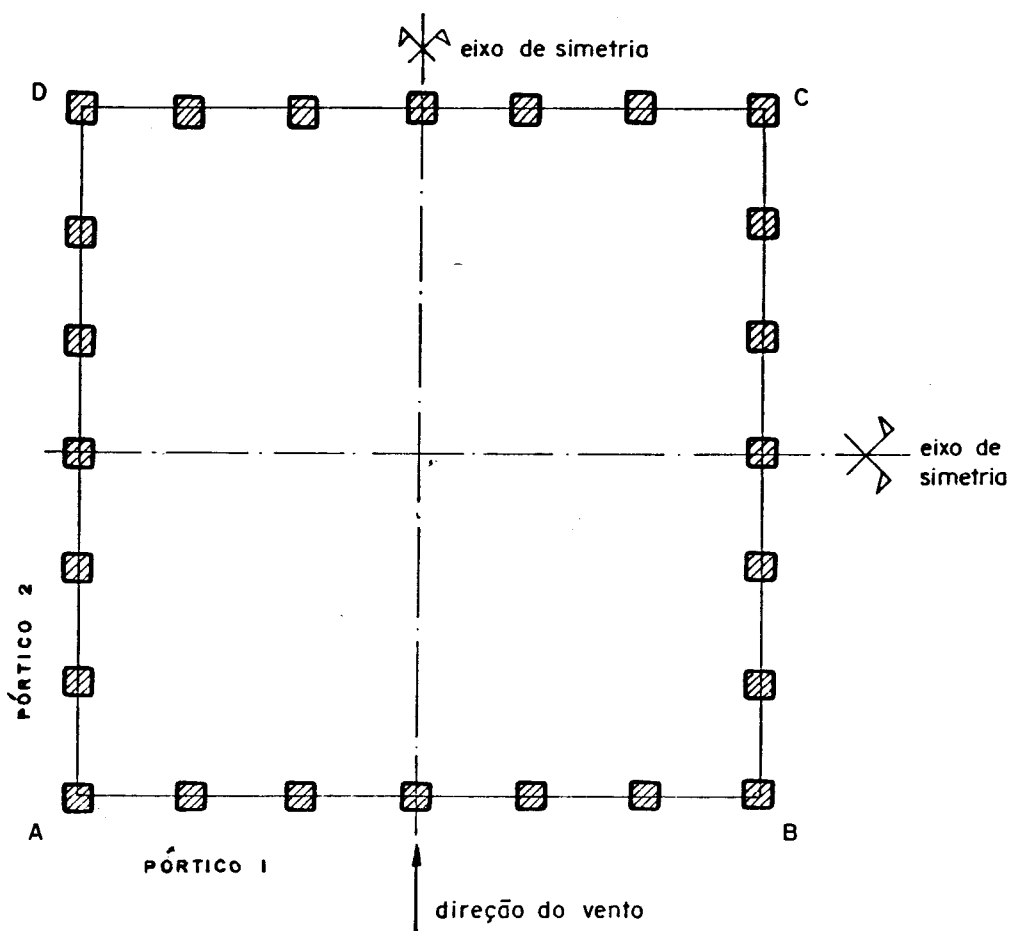


Fig.(I-01) Planta de um Edifício Tubular

A planta do edifício na maioria dos casos é quadrada ou retangular apresentando dois eixos de simetria com direções correspondentes aos eixos de coordenadas cartesianas x e y .

Serão chamados pórticos (1) os pórticos AB e CD da figura (I-01) perpendiculares à direção do vento e pórticos (2) os pórticos BC e AD paralelos à esta direção.

Os pórticos são formados por pilares muito próximos, distribuídos ao longo do perímetro do tubo, os quais são interligados por vigas de borda em cada andar.

A força exercida pelo vento sobre o edifício é resistida pelos quatro pórticos externos sendo a maior parte desta suportada pelos pórticos AD e BC paralelos à direção do vento.

A flexão das barras horizontais causa um efeito conhecido como "shear lag" mostrado na figura (I-02). O

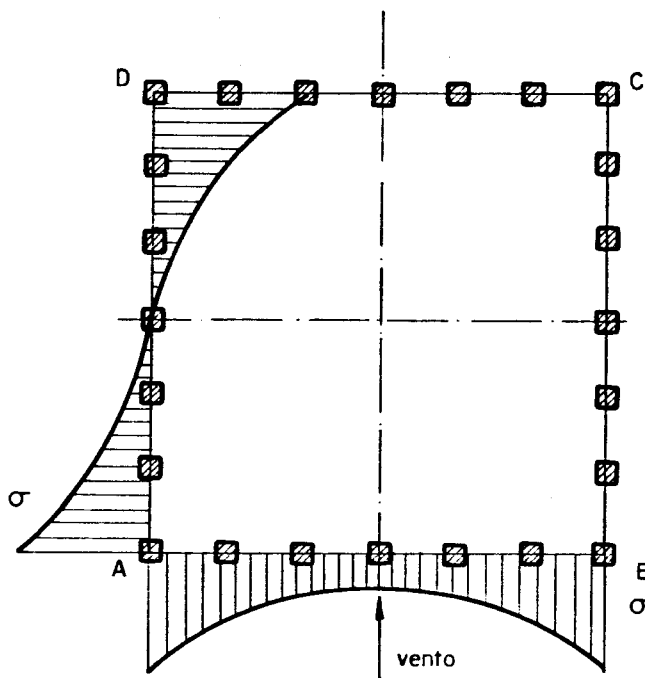


Fig. (I-02) Efeito "shear-lag"

"shear-lag" é o aumento das tensões normais nos pilares onde ocorrem interseções, e uma redução destas nos pilares centrais. A distribuição de forças normais apresenta a forma aproximada de uma parábola cúbica nos pórticos paralelos à direção do vento e de uma parábola quadrática nos pórticos perpendiculares a esta direção.

I-2) Hipóteses

1) Supõe-se que o material usado em estruturas tubulares seja isotrópico, homogêneo, solicitado somente dentro do seu regime elástico.

2) Para este tipo de análise aqui apresentada, a planta de um edifício tubular deverá ter forma geométrica quadrada ou retangular e dois eixos de simetria.

3) Os pórticos poderão apresentar barras internas inclinadas.

I-3) Processo Utilizado

Em uma estrutura tubular como a mostrada na fig. (I-01) a carga lateral é resistida pelos pórticos AD e BC paralelos à direção do vento e também pelos pórticos AB e DC normais à esta direção.

Quando isolados e sujeitos à cargas laterais, os pórticos AD e BC, paralelos à direção do vento, apresentam a configuração deformada mostrada na fig. (I-03). Na realidade os pórticos (1) e (2) estão interligados rigidamente nos cantos e o pórtico (1) atua como um "reforço", reduzindo os deslocamentos do sistema.

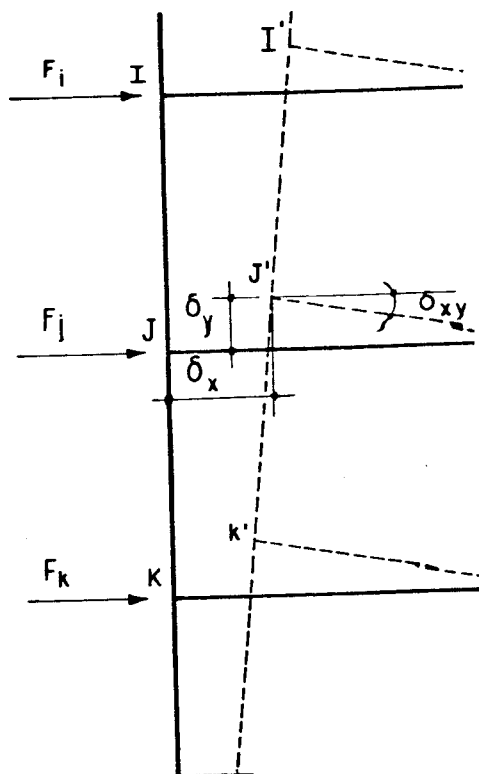


Fig. (I-03) - Deslocamentos Nodais Devidos às Forças do Vento

Os deslocamentos verticais δ_y são iguais para os nós de interseção dos pórticos (1) e (2). Os efeitos dos deslocamentos δ_x e δ_{xy} serão desprezados.

A estrutura tridimensional será analisada introduzindo nos nós de interseção dos pórticos (1) e (2) forças de interação entre os mesmos. A determinação destas forças levará à solução do problema.

Como é mostrado na figura (I-04) a planta do edifício apresenta simetria em relação aos eixos de coordenadas x e y facilitando o cálculo e reduzindo memória no computador, pois somente uma quarta parte da estrutura necessita ser analisada.

Os pórticos (1) e (2) quando separados nas interseções apresentam as elevações e os esquemas de carregamentos mostrados na fig. (I-05).

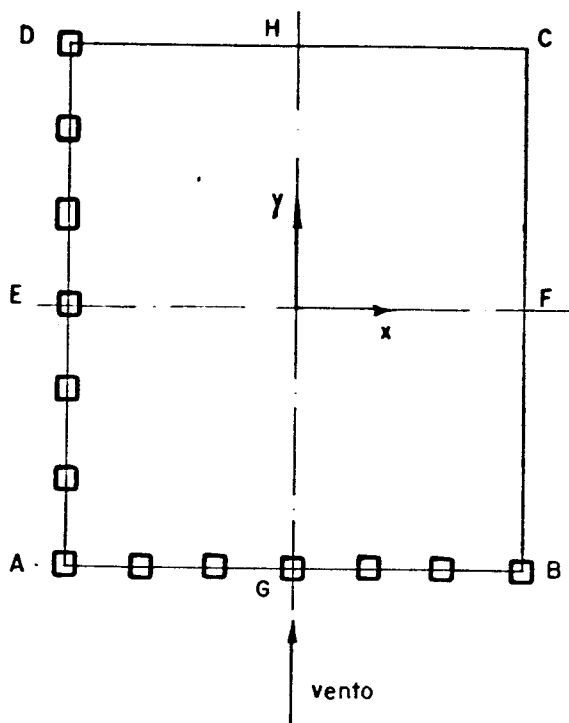


Fig. (I-04) - Planta Parcial do Edifício

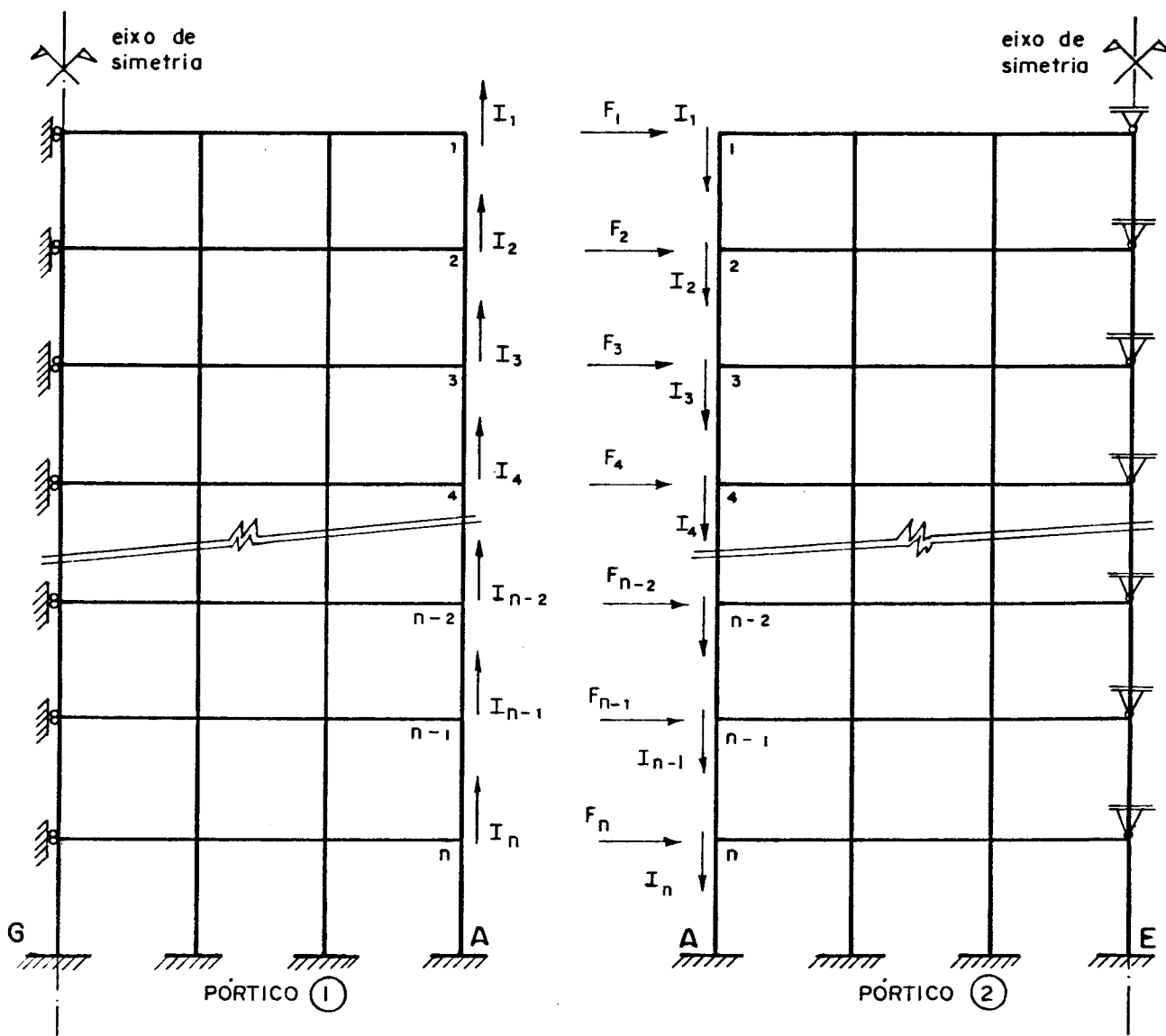


Fig. (I-05) - Esquema de carregamento dos pórticos (1) e (2)

O pórtico (2) está sujeito à dois tipos de cargas: horizontal devida à força do vento e vertical devidas às forças de interação, enquanto o pórtico (1) está sujeito somente à carga vertical devida às forças de interação. Estes carregamentos e as condições de simetria mostradas na fig. (I-04) determinam as vinculações que deverão ser introduzidas nas estruturas a serem analisadas.

Como os deslocamentos verticais nos nós de intersecção dos pórticos (1) e (2) são iguais e as forças de interação que neles atuam possuem direções opostas, para um nó de intersecção (i) qualquer, a equação de compatibilidade para os deslocamentos verticais dos pórticos (1) e (2) pode ser escrita como:

$${}^1\delta_i = {}^2\delta_i^F + {}^2\delta_i \quad \dots(I-01)$$

sendo: ${}^1\delta_i$ o deslocamento vertical no nó (i) do pórtico (1) submetido à ação das forças de interação.

${}^2\delta_i^F$ o deslocamento vertical do nó (i) do pórtico (2) sujeito à ação das forças devidas ao vento e ${}^2\delta_i$ o deslocamento do nó (i) do pórtico (2) submetido à ação das forças de interação.

De acordo com o Princípio da Superposição dos Efeitos, a expressão para os deslocamentos verticais em um nó de intersecção do pórtico (1) pode ser escrita como:

$${}^1\delta_{ik} = {}^1\delta_{i1} I_1 + {}^1\delta_{i2} I_2 + \dots + {}^1\delta_{in} I_n \dots(I-02)$$

sendo ${}^1\delta_{ik}$ o deslocamento vertical do nó (i) causado pela força unitária vertical aplicada em um nó (k) do pórtico (1) e I_k são as forças de interação que atuam nos nós de intersecção.

Para o pórtico (2) a expressão dos deslocamentos verticais pode ser escrita como:

$${}^2\delta_{ik} = {}^2\delta_{i1}I_1 + {}^2\delta_{i2}I_2 + \dots + {}^2\delta_{in}I_n \dots (I-03)$$

sendo ${}^2\delta_{ik}$ o deslocamento vertical do n \bar{o} (i) causado pela força unitária vertical aplicada em um n \bar{o} (k) do pórtico (2) e I_k são as forças de interação que atuam nos n \bar{o} s de interseção.

O termo ${}^2\delta_i$ da equação (I-01) ao ser transferido para o lado esquerdo leva à equação seguinte

$${}^1\delta_i - {}^2\delta_i = {}^2\delta_i F \dots (I-04)$$

Substituindo as equações (I-02) e (I-03) em (I-04):

$$\left[I_1({}^1\delta_{i1} - {}^2\delta_{i1}) + I_2({}^1\delta_{i2} - {}^2\delta_{i2}) + \dots + I_n({}^1\delta_{in} - {}^2\delta_{in}) = {}^2\delta_i F \right] \dots (I-05)$$

Como os deslocamentos ${}^1\delta_i$ e ${}^2\delta_i$ têm sentidos opostos, para facilitar a solução do problema, os deslocamentos ${}^2\delta_i$ serão introduzidos com o mesmo sentido positivo de ${}^1\delta_i$. Assim, na equação (I-05), os termos ${}^2\delta_i$ deverão ter seus sinais trocados.

$$\left[I_1({}^1\delta_{i1} + {}^2\delta_{i1}) + I_2({}^1\delta_{i2} + {}^2\delta_{i2}) + \dots + I_n({}^1\delta_{in} + {}^2\delta_{in}) = {}^2\delta_i F \right] \dots (I-06)$$

A equação de compatibilidade acima, ao ser escrita para cada n \bar{o} de interseção $i=1, 2, \dots, n$, formará um sistema de equações com a seguinte forma:

$$I_1({}^1\delta_{11} + {}^2\delta_{11}) + I_2({}^1\delta_{12} + {}^2\delta_{12}) + \dots + I_n({}^1\delta_{1n} + {}^2\delta_{1n}) = {}^2\delta_1 F$$

$$\begin{aligned}
& I_1({}^1\delta_{21} + {}^2\delta_{21}) + I_2({}^1\delta_{22} + {}^2\delta_{22}) + \dots + \\
& + I_n({}^1\delta_{2n} + {}^2\delta_{2n}) = {}^2\delta_2^F \\
& \quad \vdots \qquad \qquad \qquad \quad \vdots \\
& I_1({}^1\delta_{n1} + {}^2\delta_{n1}) + I_2({}^1\delta_{n2} + {}^2\delta_{n2}) + \dots + \\
& I_n({}^1\delta_{nn} + {}^2\delta_{nn}) = {}^2\delta_n^F \qquad \dots(I-07)
\end{aligned}$$

Sob forma matricial, as equações (I-07) adquirem o seguinte aspecto:

$$\left(\begin{bmatrix} 1_D \\ 2_D \end{bmatrix} \right) \{ \tilde{I} \} = \{ {}^2_D^F \} \qquad \dots(I-08)$$

A solução do sistema de equações acima

$$\{ \tilde{I} \} = \left(\begin{bmatrix} 1_D \\ 2_D \end{bmatrix} \right)^{-1} \{ {}^2_D^F \} \qquad \dots(I-09)$$

conduzirá à solução do problema.

$\begin{bmatrix} 1_D \\ 2_D \end{bmatrix}$ e $\begin{bmatrix} 1_D \\ 2_D \end{bmatrix}$ são matrizes quadradas de ordem $n \times n$ tendo como componentes os deslocamentos ${}^1\delta_{ik}$ e ${}^2\delta_{ik}$; $\{ {}^2_D^F \}$ é um vetor de ordem $n \times 1$ composto pelos deslocamentos ${}^2\delta_i^F$ e $\{ \tilde{I} \}$ é um vetor de ordem $n \times 1$ que contém as forças de interação, sendo n o número de nós de interseção.

CAPÍTULO II

Com base nas expressões deduzidas no capítulo anterior, foi elaborado um programa em linguagem FORTRAN IV para computadores IBM 370/135 sem auxílio de memória auxiliar (discos magnéticos). O programa utiliza a parte correspondente a pórticos planos do programa FR2(5) e subrotinas para resolução dos sistemas de equações baseadas nos métodos de Cholesky e Jacobi.

Apresentam-se a seguir uma descrição sucinta dos principais passos do programa, dimensões das variáveis subscritas, diagrama de blocos, dados de entrada, descrição das variáveis e listagem do programa.

II-1) DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PASSOS DO PROGRAMA

- 1) Entrada e impressão dos dados iniciais do pórtico (1)
 - 1a) parâmetros da estrutura e módulo de elasticidade
 - 1b) coordenadas dos nós
 - 1c) designações das barras, propriedades e orientações
 - 1d) restrições de nós
- 2) Geração da matriz de rigidez para o pórtico (1)
 - 2a) matriz de rigidez para cada barra
 - 2b) matriz de rigidez da estrutura
 - 2c) decomposição da matriz de rigidez
- 3) Cálculo dos deslocamentos nodais devidos à aplicação de cargas unitárias verticais nos nós de intersecção do pórtico (i).

- 3a) Armazenamento dos valores correspondentes aos deslocamentos devidos às cargas unitárias em uma matriz tridimensional
- 4) Entrada e impressão dos dados iniciais do pórtico (2)
 - 4a) parâmetros da estrutura e módulo de elasticidade
 - 4b) coordenadas dos nós
 - 4c) designação das barras, propriedades e orientações
 - 4d) restrições de nós
- 5) Geração da matriz de rigidez para o pórtico (2)
 - 5a) matriz de rigidez para cada barra
 - 5b) matriz de rigidez da estrutura
 - 5c) decomposição da matriz de rigidez
- 6) cálculo dos deslocamentos nodais devidos a aplicação de cargas unitárias verticais nos nós de interseção do pórtico (2)
 - 6a) Armazenamento dos valores correspondentes aos deslocamentos devidos às forças unitárias na matriz tridimensional citada no item (3a).
- 7) Entrada e impressão de dados de carga devidos à ação do vento no pórtico (2).
- 8) Cálculo dos deslocamentos devidos à força do vento aplicada no pórtico (2)
- 9) Armazenamento dos valores correspondentes aos deslocamentos devidos à força do vento na matriz tridimensional citada no item 3a.
- 10) Cálculo das reações de apoio e esforços solicitantes devidos à força do vento aplicada no pórtico (2)
- 11) Resolução do sistema de equações conforme a equações (I-09)
- 12) Cálculo dos deslocamentos devidos às forças de interação \bar{I} aplicadas no pórtico (2)

- 13) Cálculo das reações de apoio e esforços solicitantes devidos às forças de interação aplicadas no pórtico (2)
 - 14) Cálculo dos deslocamentos devidos às forças de interação aplicadas no pórtico (1)
 - 15) Cálculo das reações de apoio e esforços solicitantes devidos às forças de interação aplicadas no pórtico (1).
 - 16) Impressão dos resultados
- 16a) Pórtico (2) - soma dos valores das reações de apoio, esforços solicitantes e deslocamentos devidos à ação do vento com os valores devidos às forças de interação
- 16b) Pórtico (1) - reações de apoio, esforços solicitantes e deslocamentos devidos às forças de interação

II-2) DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS UTILIZADAS NO PROGRAMA

- SN - tipo de pórtico. Esta variável assume dois valores: 1 ou 2
- NLS1 - número de carregamentos do pórtico (1), sendo seu valor igual ao número de nós de interseção
- NLS2 - número de carregamentos do pórtico (2), sendo seu valor igual a NLS1+2
- IPO - tipo de pórtico para impressão dos resultados. Se for zero é pórtico (2) e se for um é pórtico (1)
- M - número de barras do pórtico
- NJ - número de nós do pórtico
- N - número de graus de liberdade do pórtico
- NR - número de restrições de apoio do pórtico
- E - módulo de elasticidade para tração ou compressão
- J - índice do nó
- Y() - coordenada y do nó J
- X() - coordenada x do nó J

- M1() - tipo de nó:
- nós de interseção (M1=1)
 - nós pertencentes aos eixos de simetria (M1=2)
 - nós situados na base do edifício (M1=3)
- CX - cossenos diretores na direção do eixo de coordenadas x da barra
- CY - cossenos diretores na direção do eixo de coordenadas y da barra
- R(,) - matriz de rotação
- I - índice da barra
- JJ() - designação da extremidade inicial da barra I (nó inicial)
- JK() - designação da extremidade final da barra I (nó final)
- AX() - área da seção transversal da barra I
- IZ() - momento de inércia relativo ao eixo z da barra I
- L() - comprimento da barra I
- II() - vetor auxiliar que armazena os valores dos índices das barras para o pórtico (1)
- MJJ() - vetor auxiliar que contém os valores das designações das extremidades iniciais das barras do pórtico (1)
- MJK() - vetor auxiliar que contém os valores das designações das extremidades finais das barras do pórtico (1)
- AAX() - vetor auxiliar que contém os valores de AX do pórtico (1)
- IIZ() - vetor auxiliar que contém os valores de IZ do pórtico (1)
- RL() - lista de restrições de nós. Se o deslocamento estiver impedido pelas condições de vinculação, este deverá assumir valor um e, se for livre zero

- CRL() - lista de restrições acumulativas
- RRL() - Lista de restrições de nós armazenadas para o pórtico (1)
- SCM1A - constante de rigidez da barra cujo valor é $\frac{E(Ax)}{L}$
- SCM2Z - constante de rigidez da barra cujo valor é $\frac{4E(Iz)}{L}$
- SCM3Z - constante de rigidez da barra cujo valor é $\frac{6.E(Iz)}{L^2}$
- SCM4Z - constante de rigidez da barra cujo valor é $\frac{12E(Iz)}{L^3}$
- SM(,) - matriz de rigidez para uma barra em coordenadas locais
- SMR(,) - matriz auxiliar para a determinação de SMD(,)
- SMD(,) - matriz de rigidez para uma barra em coordenadas da estrutura
- S(,) - matriz de rigidez da estrutura sendo geradas somente as submatrizes correspondentes aos deslocamentos livres
- UBW - largura da banda da matriz de rigidez [S]
- ROW - número de linhas da matriz de rigidez [S]
- COL - número de colunas da matriz de rigidez [S]
- LN - número de carregamentos para cada pórtico
- NLJ - número de nós carregados
- EPS - erro máximo permitido na resolução do sistema de equações pela SUBROTINA RFINAL
- MAX - número máximo de iterações utilizadas na SUBROTINA RFINAL
- L5C1 - variável auxiliar que deverá indicar se a matriz é positiva definida ou não, para a utilização do MÉTODO DE CHOLESKY, na resolução de sistemas de equações
- A() - ações aplicadas nos nós nas direções dos eixos da estrutura

- AO() - ações aplicadas nos nós, reordenadas, sendo primeiramente numeradas as ações nas direções dos deslocamentos livres
- D() - deslocamentos nodais sem ordenação
- DJ() - deslocamentos nodais ordenados
- DEJ() - vetor auxiliar para o cálculo dos deslocamentos finais dos pórticos (1) e (2)
- DDJ() - vetor auxiliar que armazena os valores dos deslocamentos devidos à força do vento
- DES(,,) - matriz tridimensional que armazena os valores dos deslocamentos ${}^1\delta_{ik}$, ${}^2\delta_{ik}$ e ${}^2\delta_i^F$
- AM(,) - esforços solicitantes nas extremidades das barras dos pórticos (1) e (2)
- AMD() - vetor auxiliar para o cálculo de {AM}
- AAMML(,) - matriz auxiliar que armazena os valores dos esforços solicitantes do pórtico (2), devidos à força do vento
- AR() - reações de apoio para os pórticos (1) e (2)
- AAR() - vetor auxiliar que armazena as reações de apoio do pórtico (2) devidas à força do vento
- MNJ - número de nós do pórtico (1)
- MN - número de barras do pórtico (1)
- MNR - número de restrições de apoio do pórtico (1)
- MNRJ - número de nós bloqueados do pórtico (1)
- EE - módulo de elasticidade para tração ou compressão do pórtico (1)

Grande parte das variáveis aqui descritas, são as mesmas do PROGRAMA FR2 (5) de Weaver.

II-3) DIMENSÕES DAS VARIÁVEIS SUBSCRITAS:

X(NJ), Y(NJ), JJ(M), JK(M), AX(M), R(M,9), SM(6,6),
 SMR(6,6), SMD(6,6), A(N+NR), DJ(N+NR), AR(N+NR), AMD(6),
 IN(6), YY(NJ), XX(NJ), MM1(NJ), MJJ(NJ), MJK(M), AAX(M),
 KK(NJ), JX(NJ), AAMML(M,6), DDJ(N+NR), AAR(N+NR), DEJ(N+NR),
 II(M), AM(M,6), L(M), IZ(M), IIZ(M), CRL(N+NR), RL(N+NR),
 RRL(N+NR), S(N,UBW), AO(N+NR), D(N+NR), DES(2,NLS1,NSL1),
 MI(NJ), X1(NLS1), A1(NSL1,NLS1), B(NLS1)

II-4) ENTRADA DE DADOS

	DADOS	NÚMERO DE CARTÕES	ITENS DOS CARTÕES DE DADOS	FORMATO
DADOS ESTRUTURAIS DO PÓRTICO (1)	Número de Carregamentos	1	NLS1	I3
	Parâmetros estruturais e módulo de elasticidade	1	M, NJ, NR, E	3I3, F10.6
	Coordenadas dos nós	NJ	J, Y(J), X(J) M1(J)	I3, 2F6.3, I3
	Designações e propriedades das barras	M	I, JJ(I), JK(I), AX(I), IZ(I)	3I3, 2F10.6
	Lista de bloqueios de nós da base	Número de vínculos	K, RL(3K-2), RL(3K-1), RL(3K)	4 I 3
DADOS ESTRUTURAIS DO PÓRTICO (2)	Parâmetros estruturais e módulo de elasticidade	1	M, NJ, NR, E	3I3, F10.6
	Coordenadas dos nós	NJ	J, Y(J), X(J), M1(J)	I3, 2 F6.3, I3
	Designação e propriedades das barras	M	I, JJ(I), JK(I) AX(I), IZ(I)	3I3, 2 F10.6
	Lista de bloqueios de nós da base	Número de vínculos	K, RL(3K-2), RL(3K-1), RL(3K)	4 I 3

DADOS	NÚMERO DE CARTÕES	ITENS DOS CARTÕES DE DADOS	FORMATO
Forças devidas à ação do vento, aplicadas nos nós de intersecção do pórtico (2)	NLS1	K, A(3K-2), A(3K-1), A(3K)	I3, 3F5.3
Maior erro permitido e número máximo de iterações para a subrotina RFINAL	1	EPS, MAX	F10.1, I3

As restrições {RL} correspondentes aos deslocamentos {D} dos nós e as ações aplicadas deverão obedecer a convenção da fig. (ii-1-01).

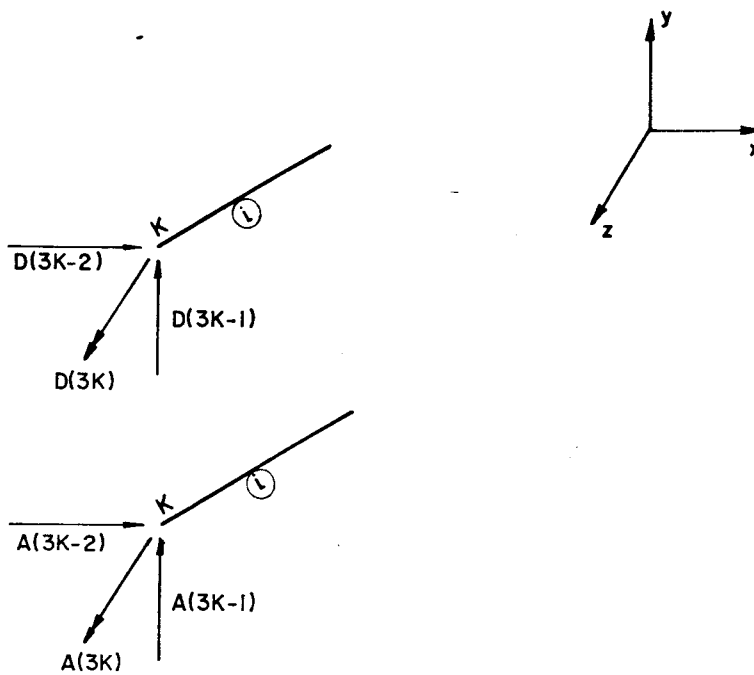
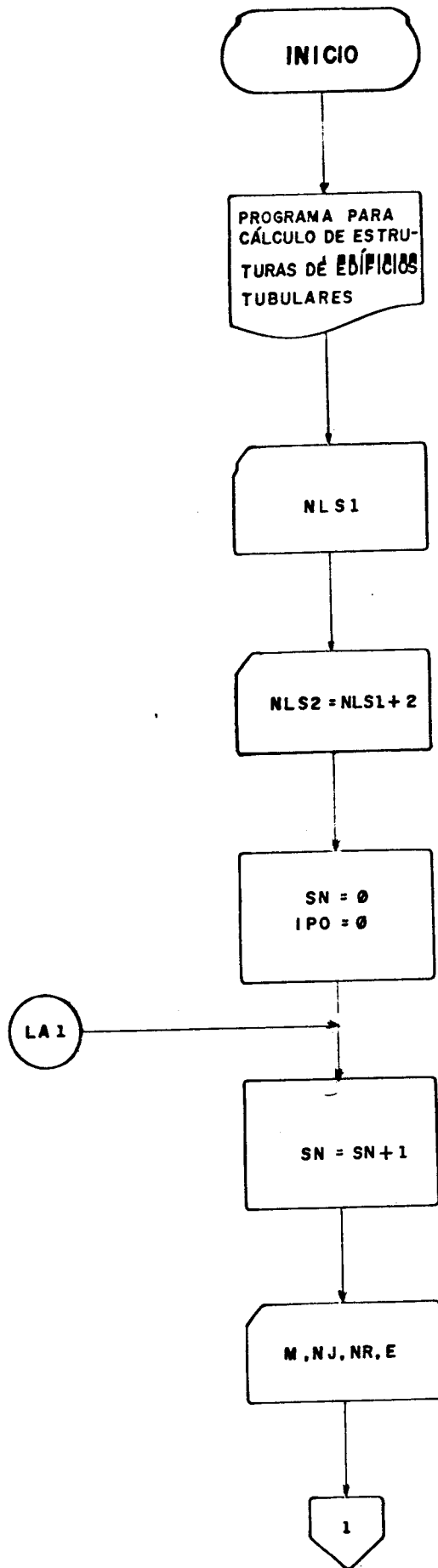
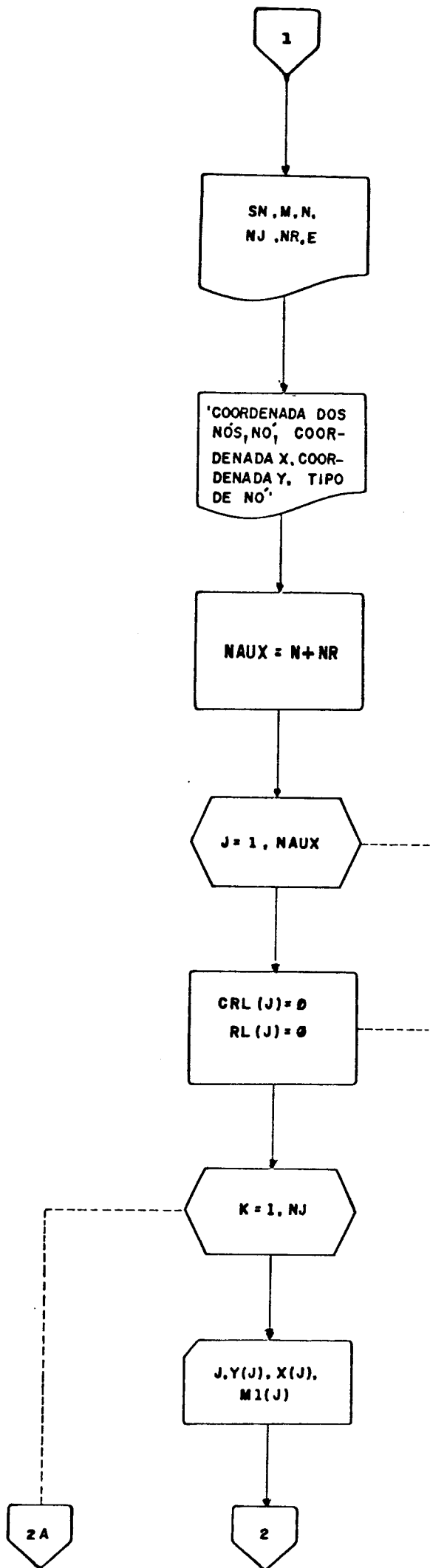
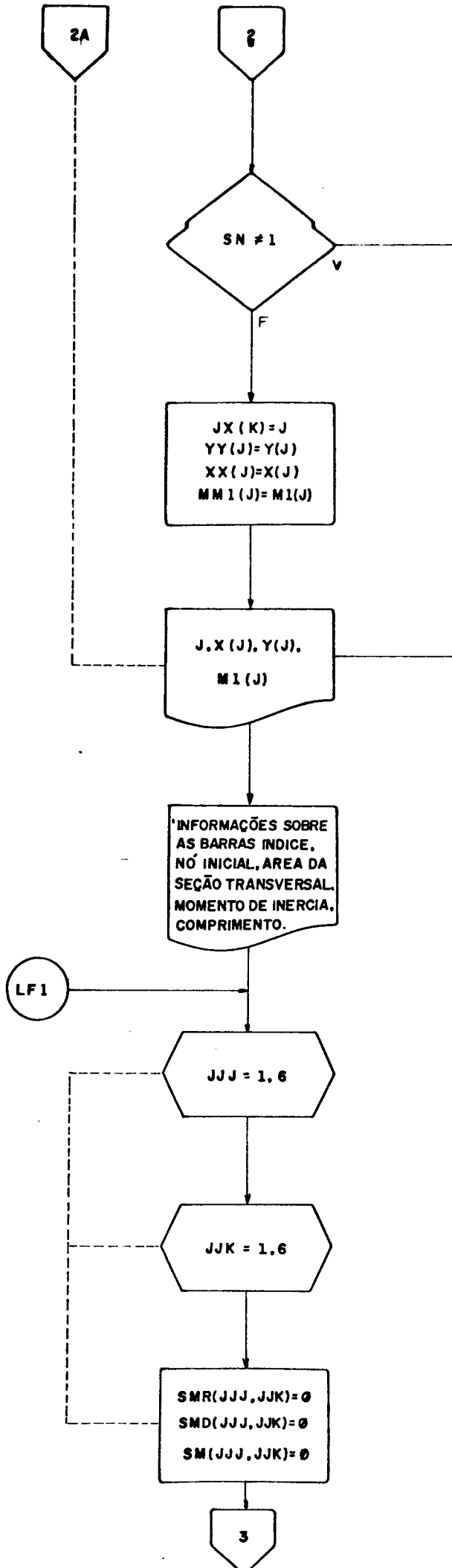


FIG. (II-1-01) DIREÇÕES E SENTIDOS POSITIVOS DOS DESLOCAMENTOS NODAIS E AÇÕES APLICADAS NOS NÓS.

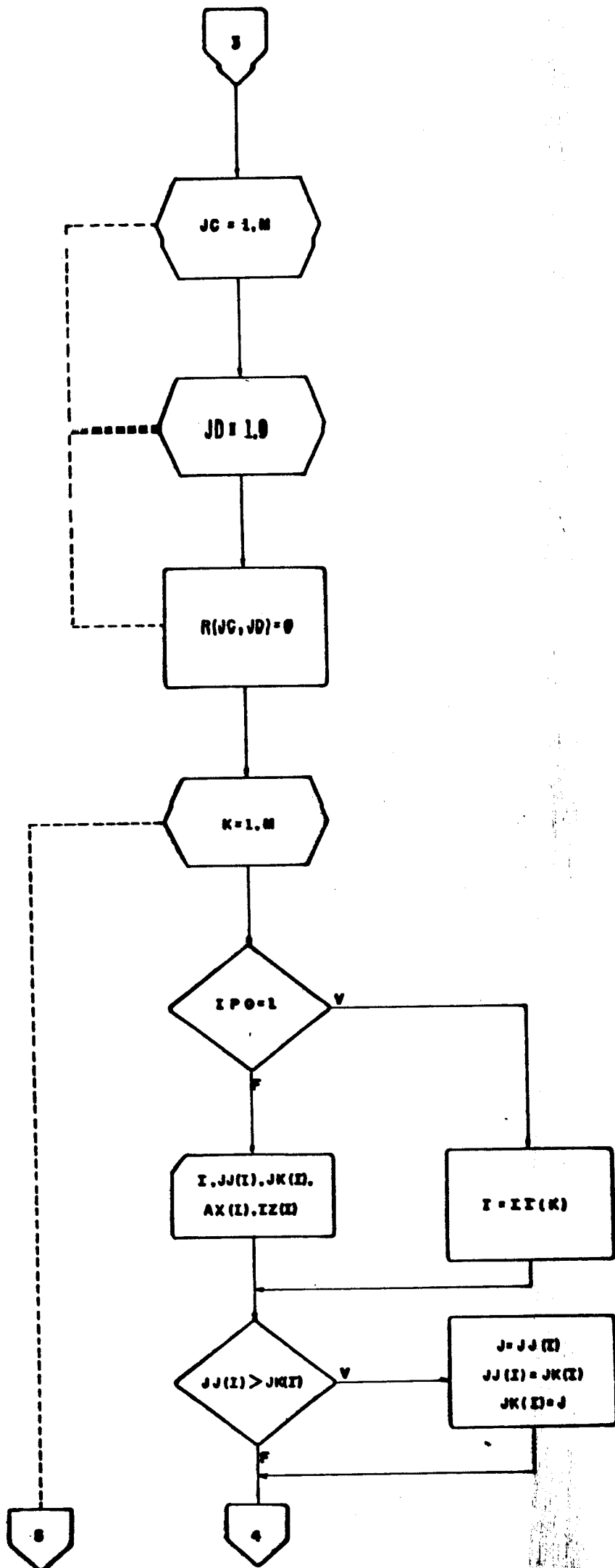
II.5) DIAGRAMA DE BLOCOS

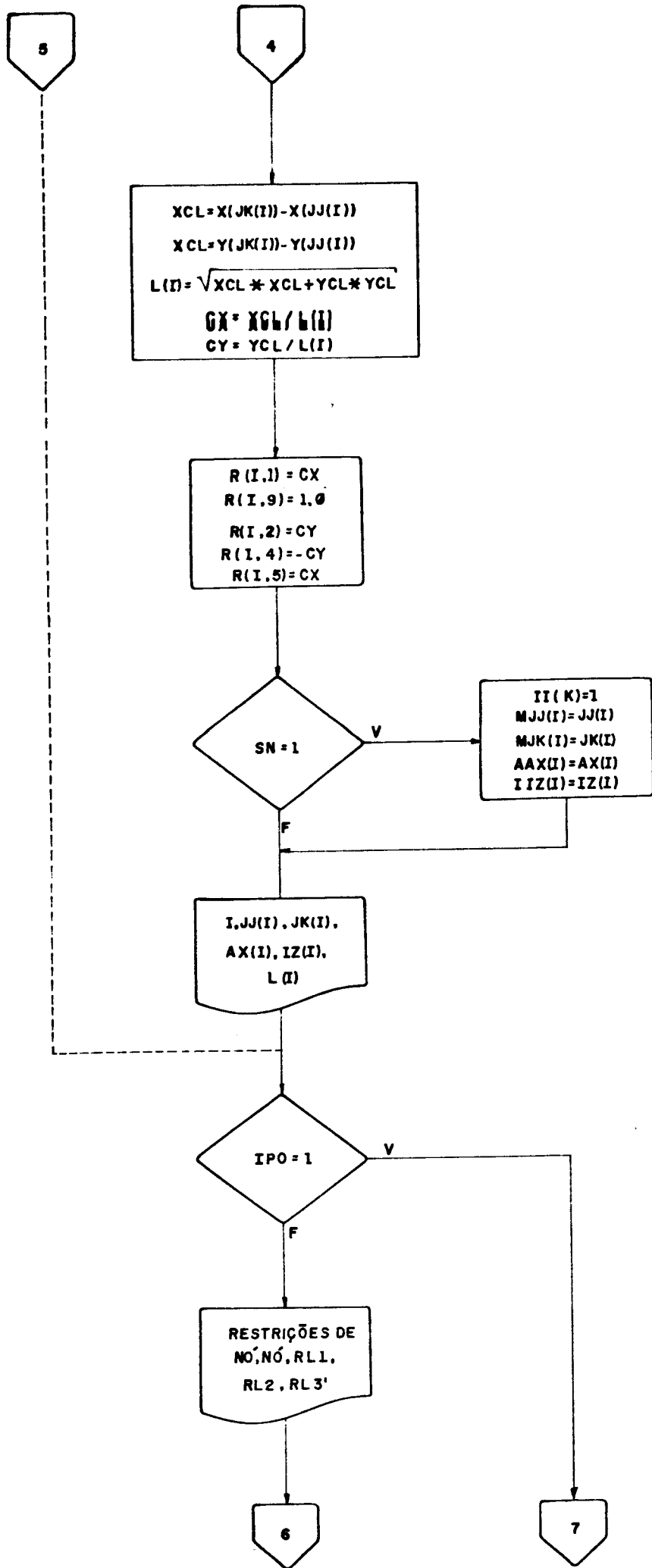


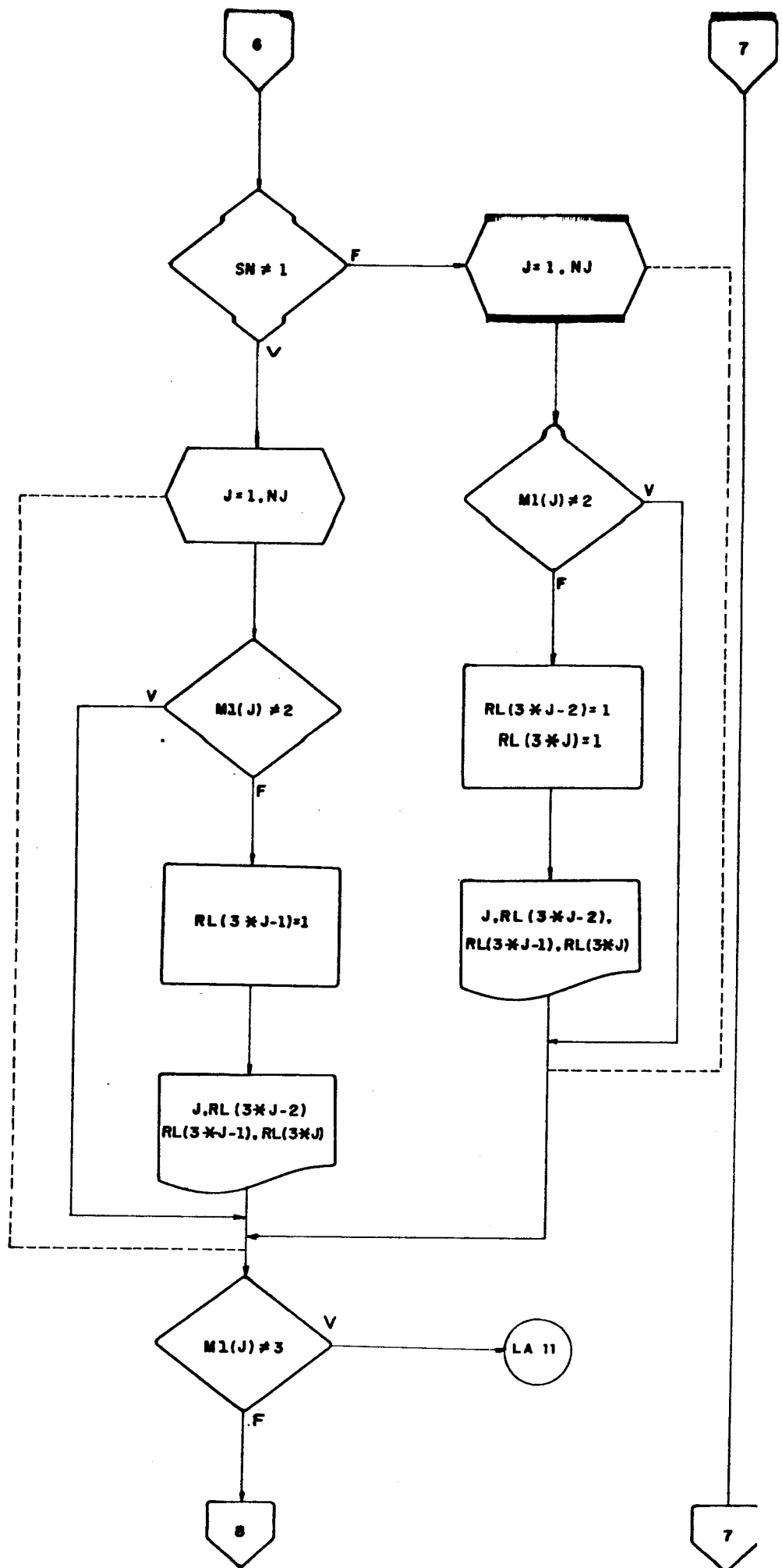


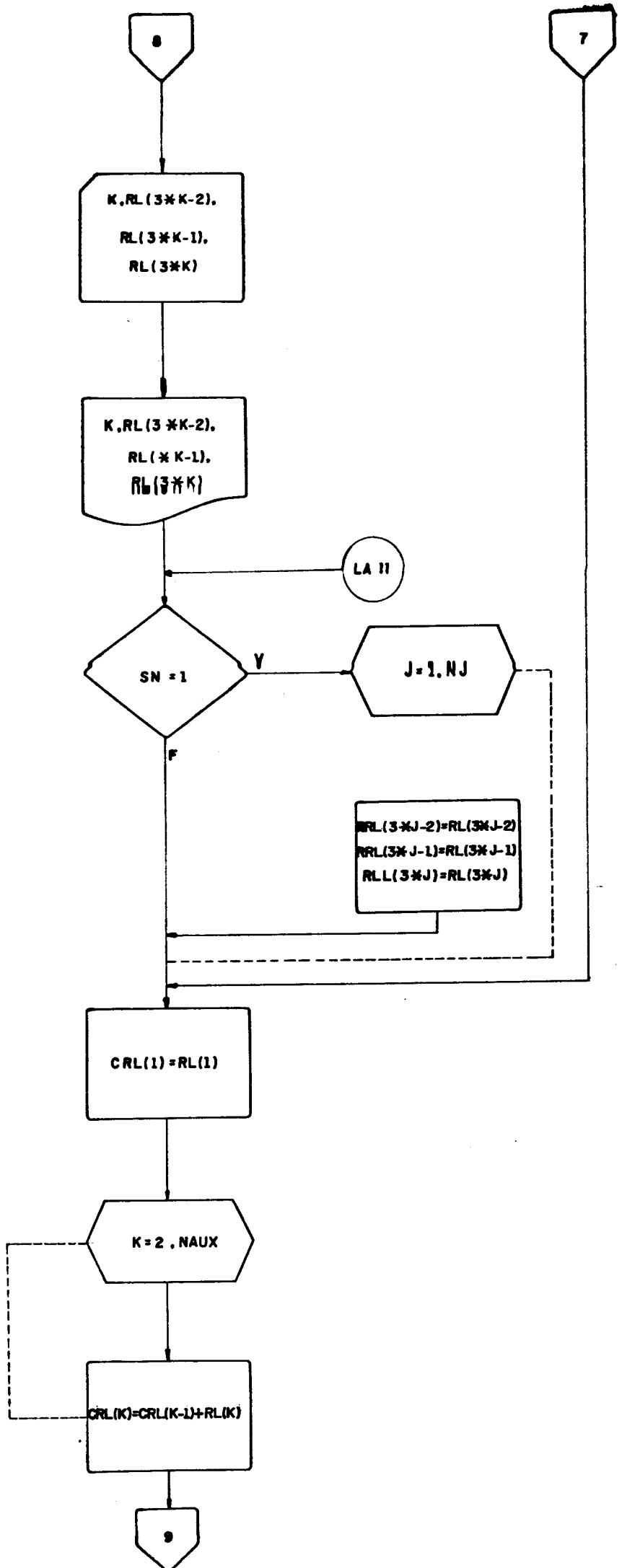


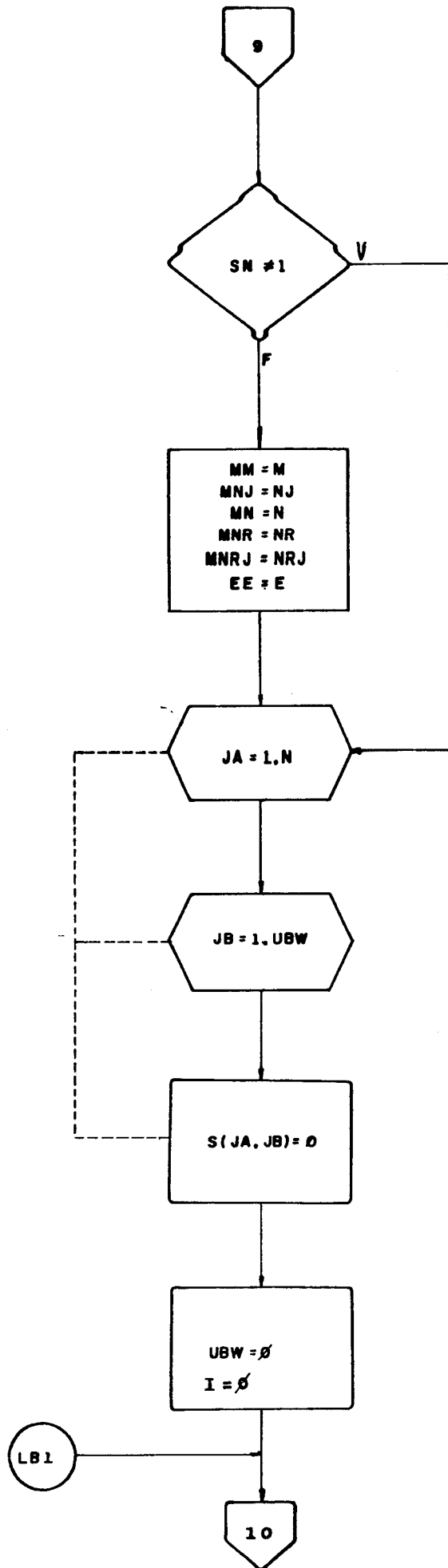
TT=12

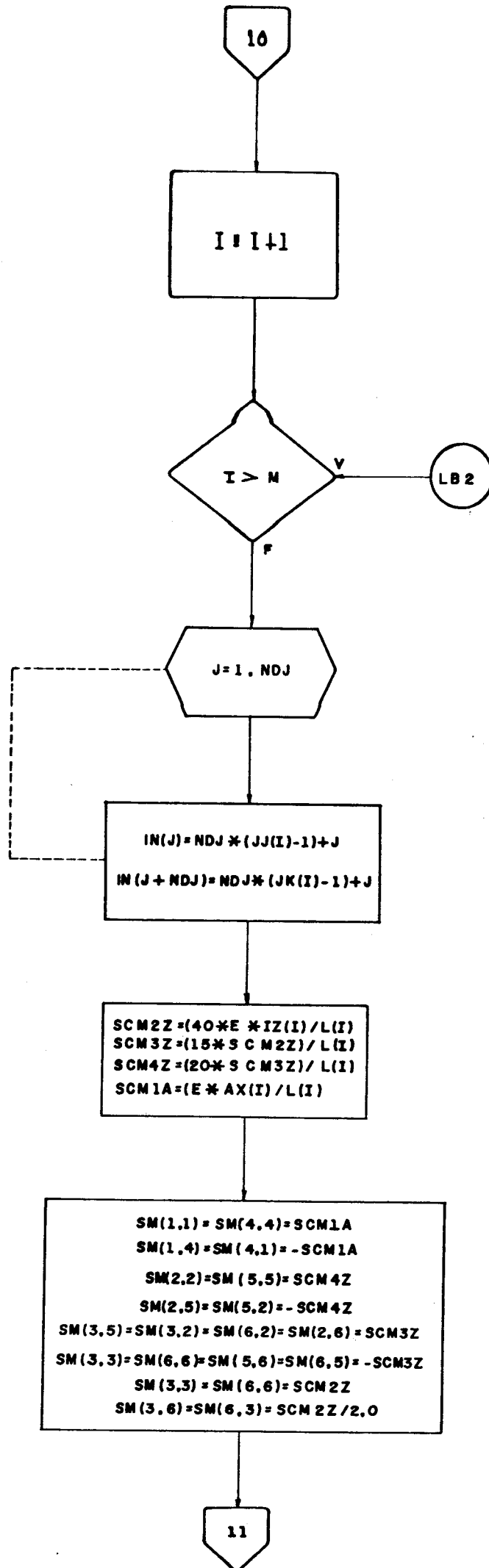


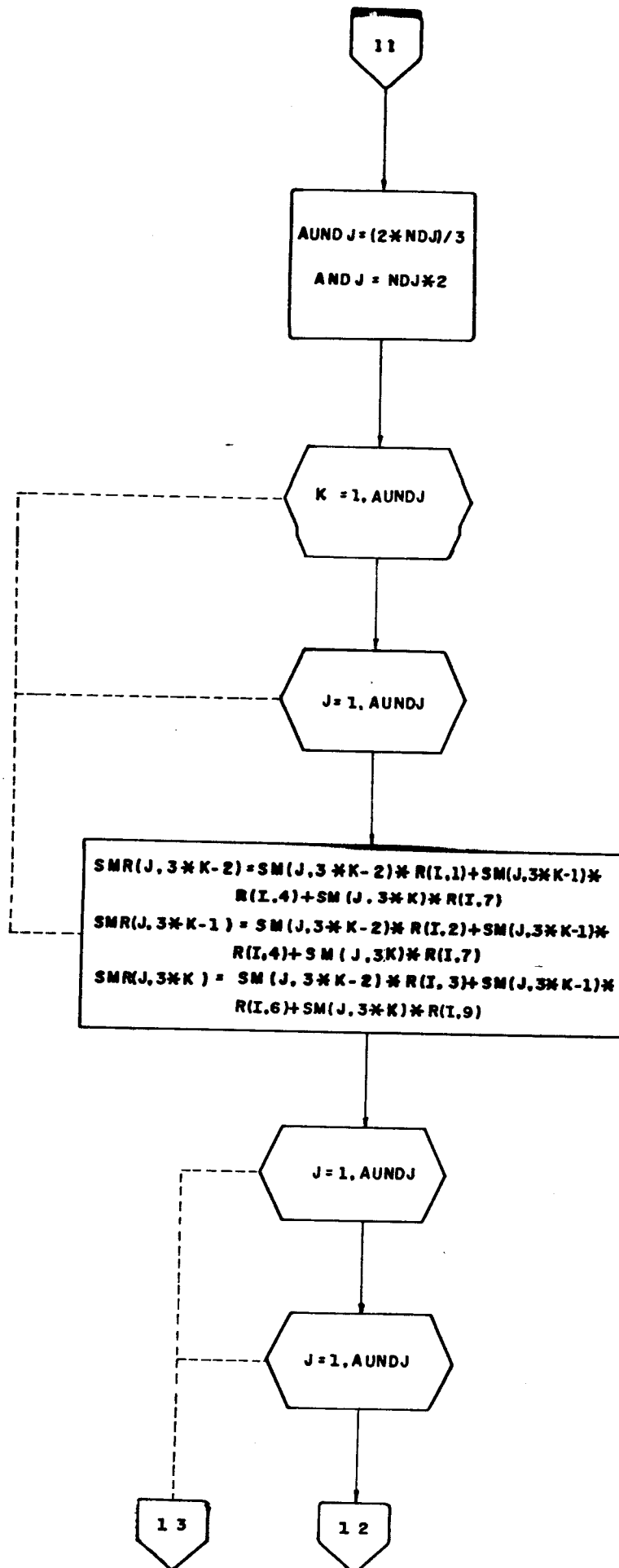


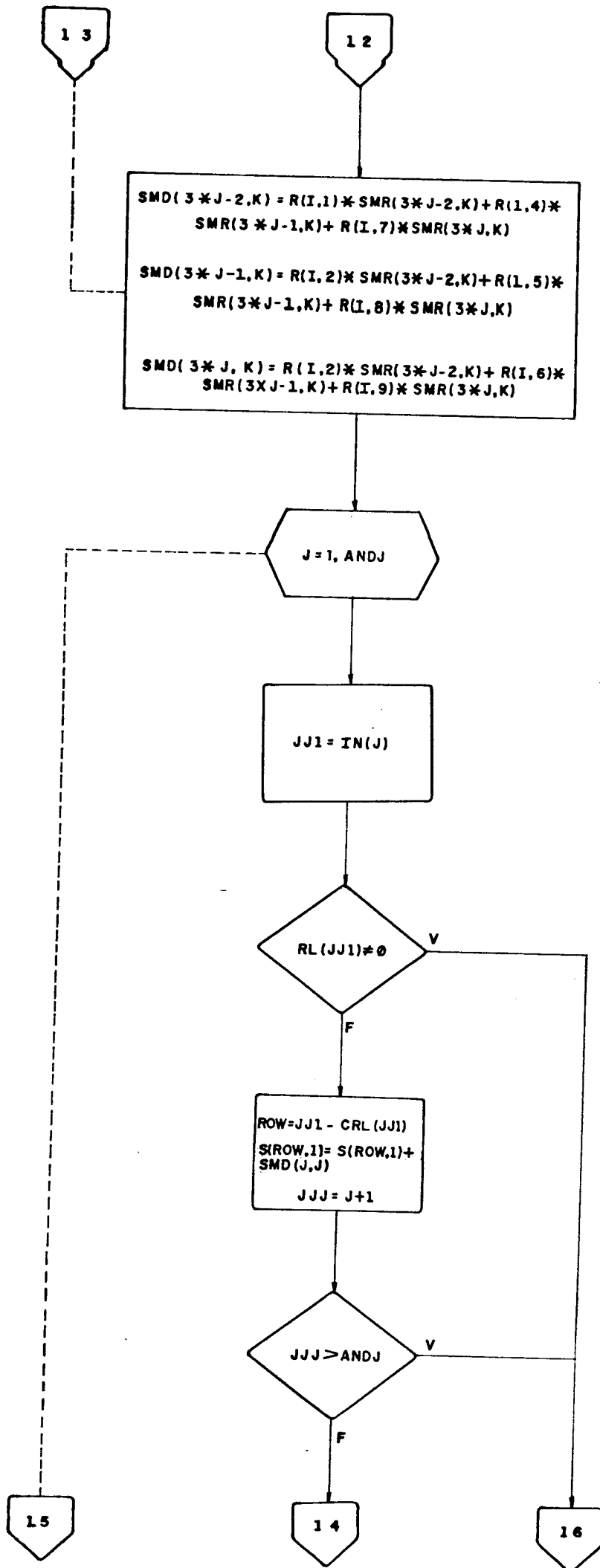


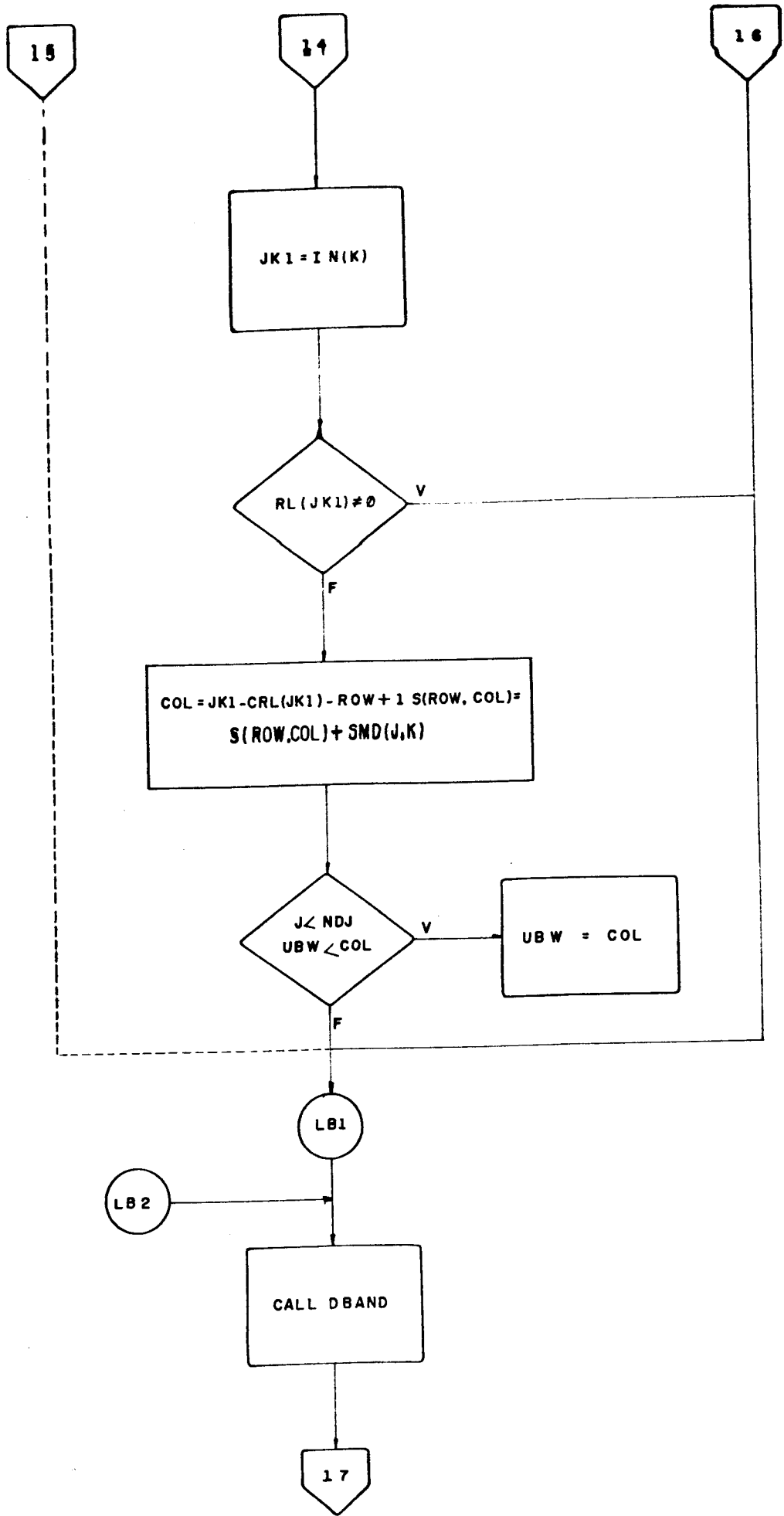


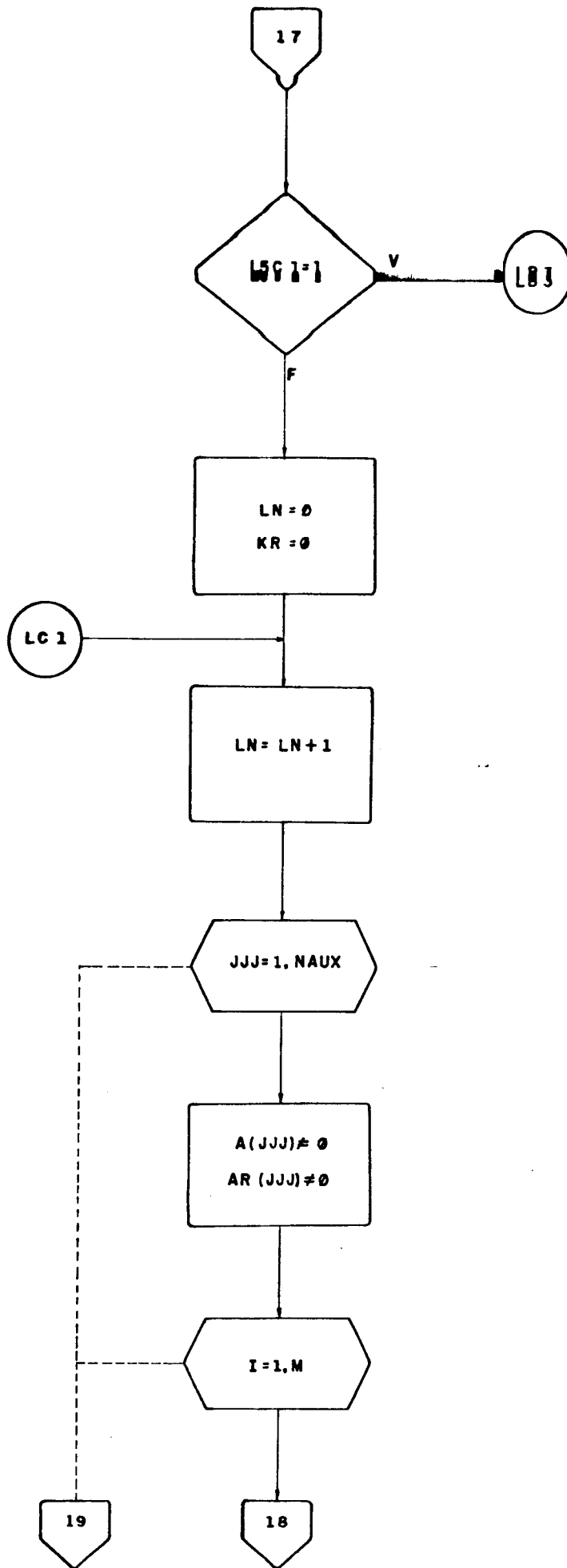


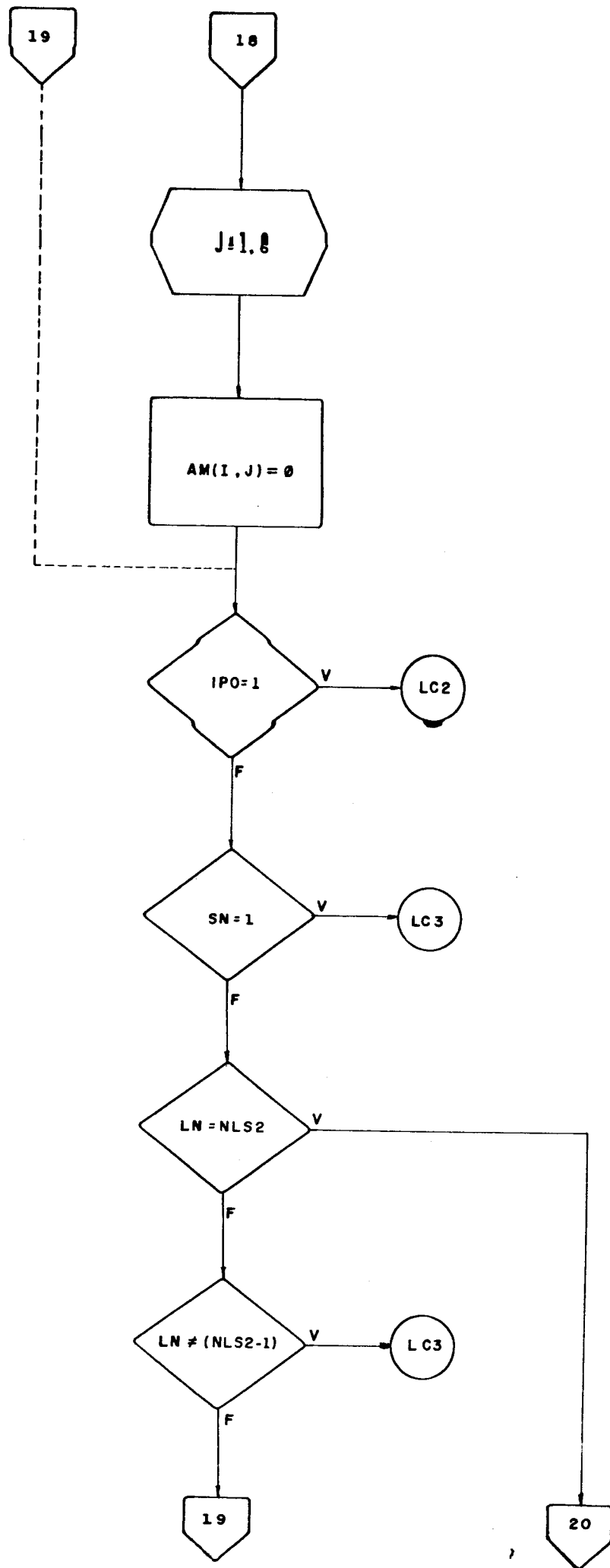


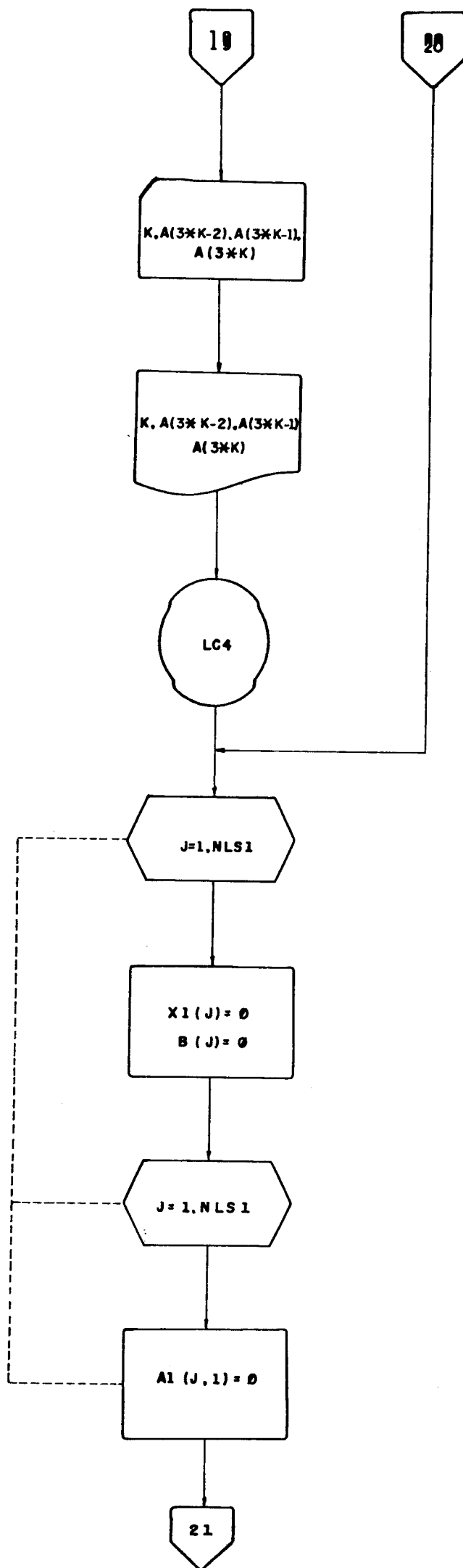


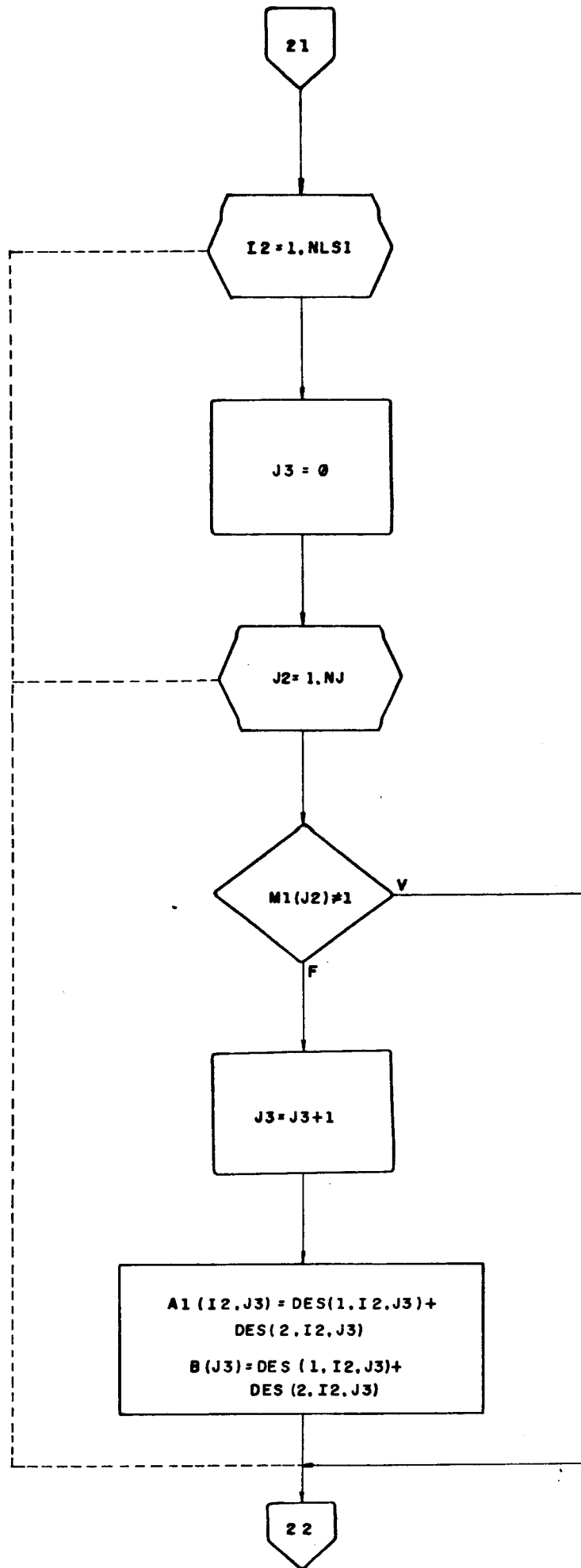


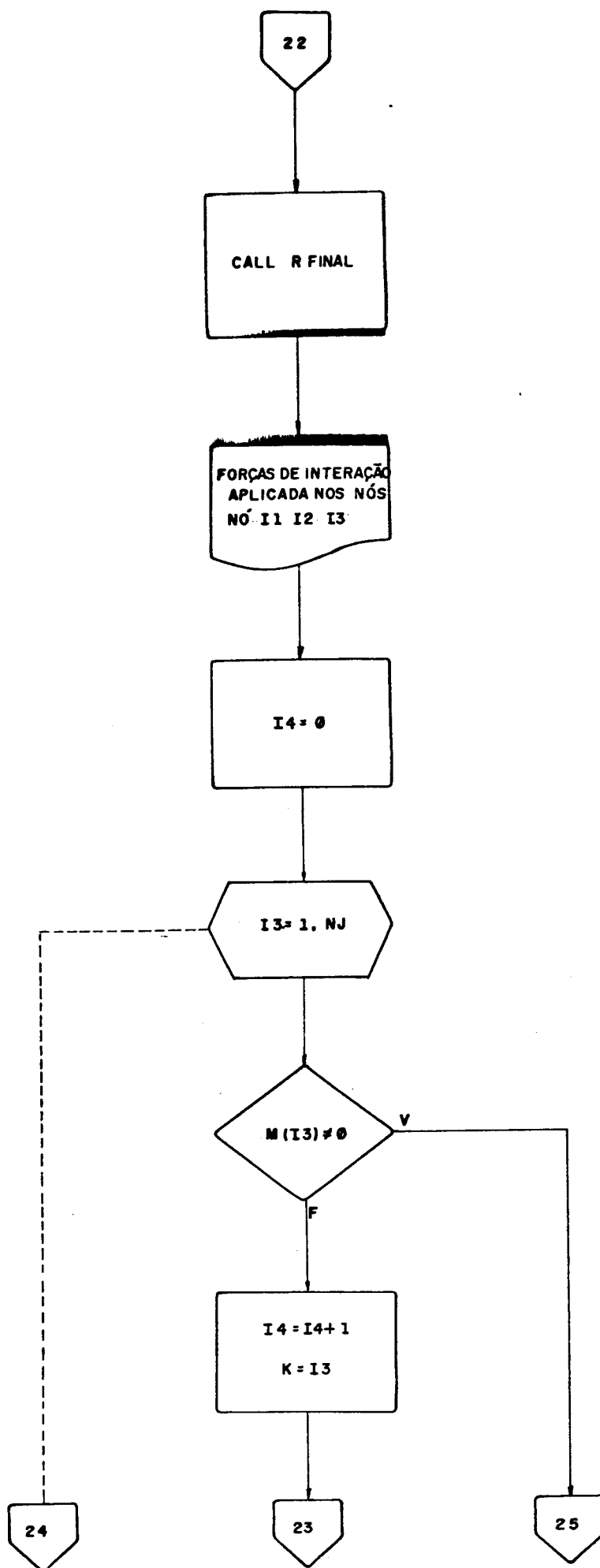


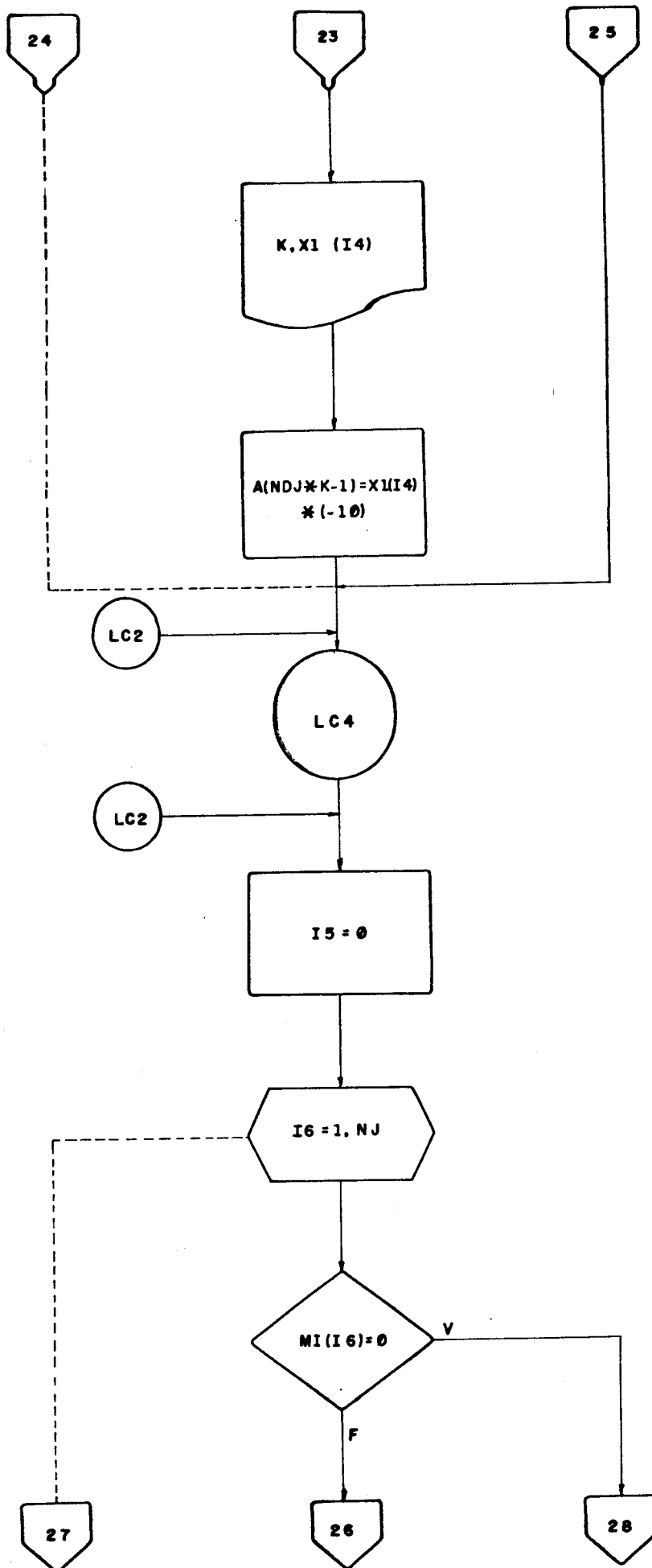


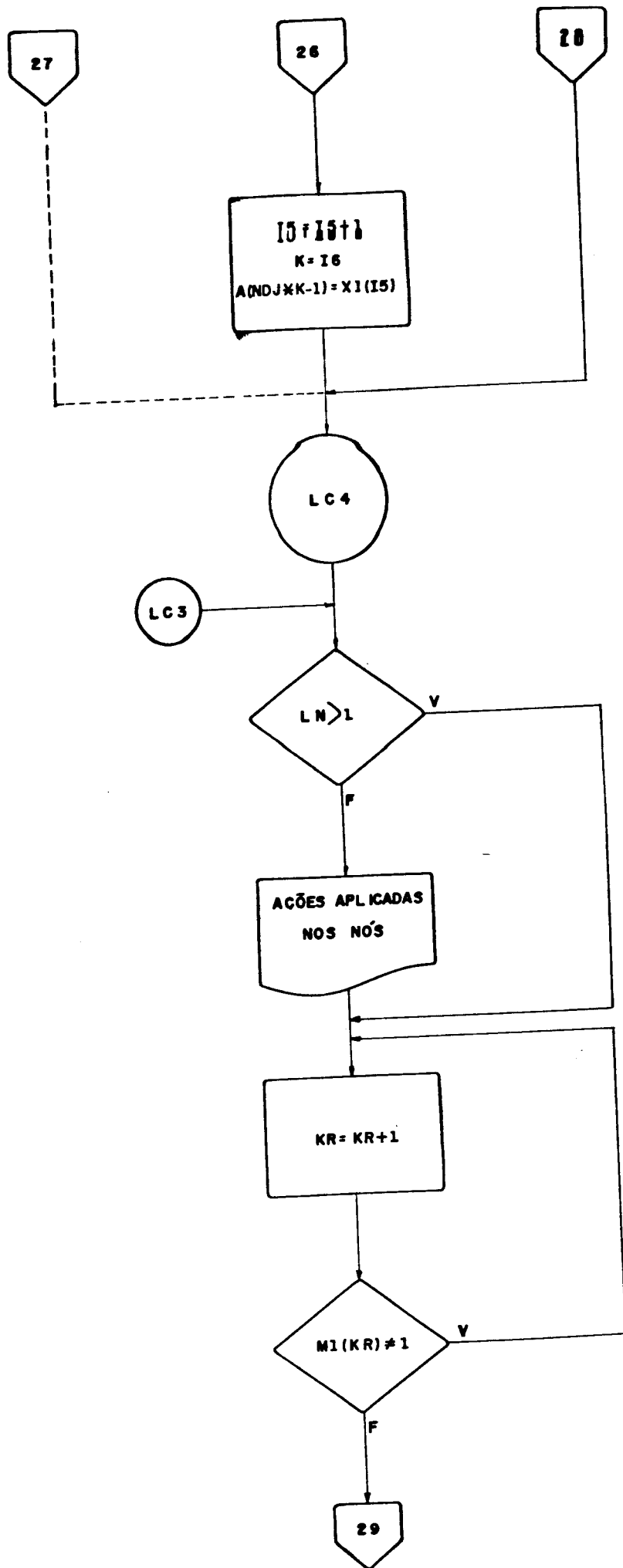


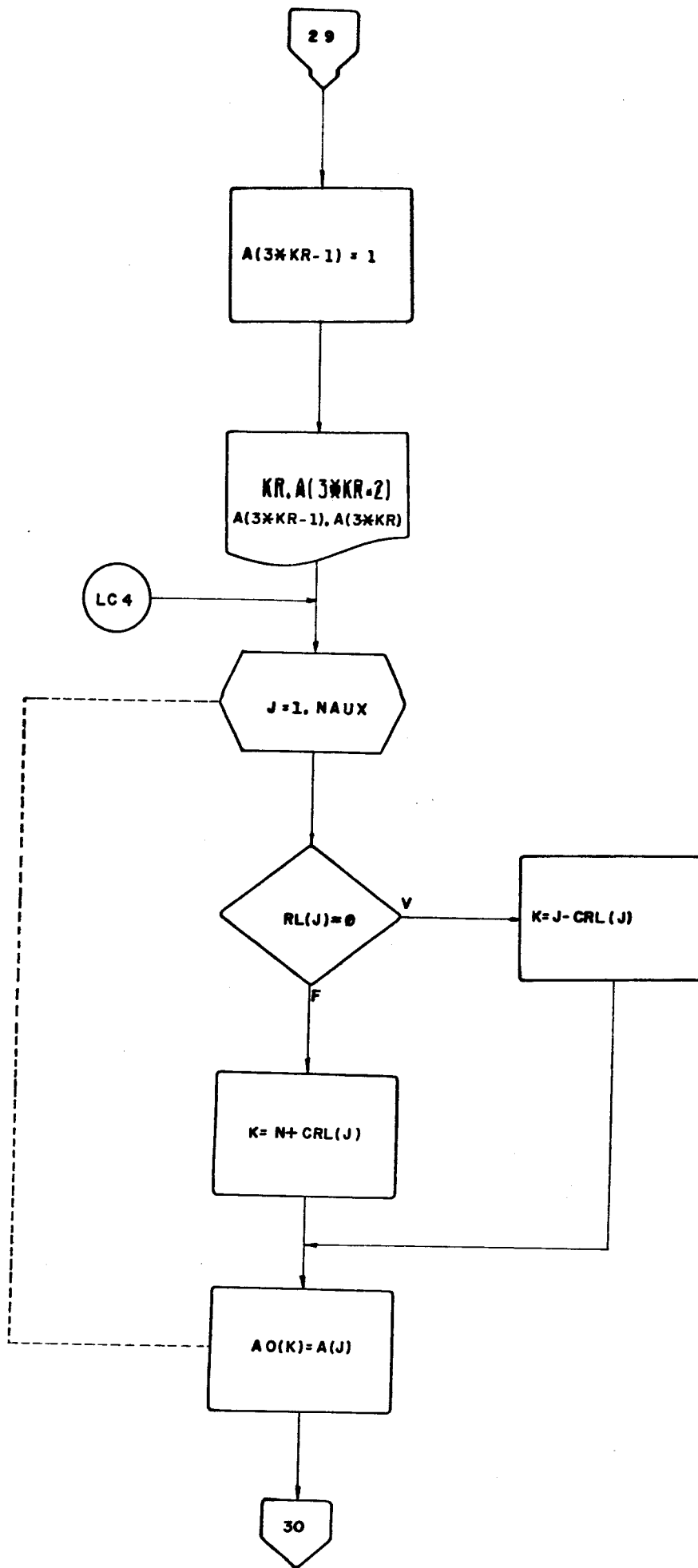


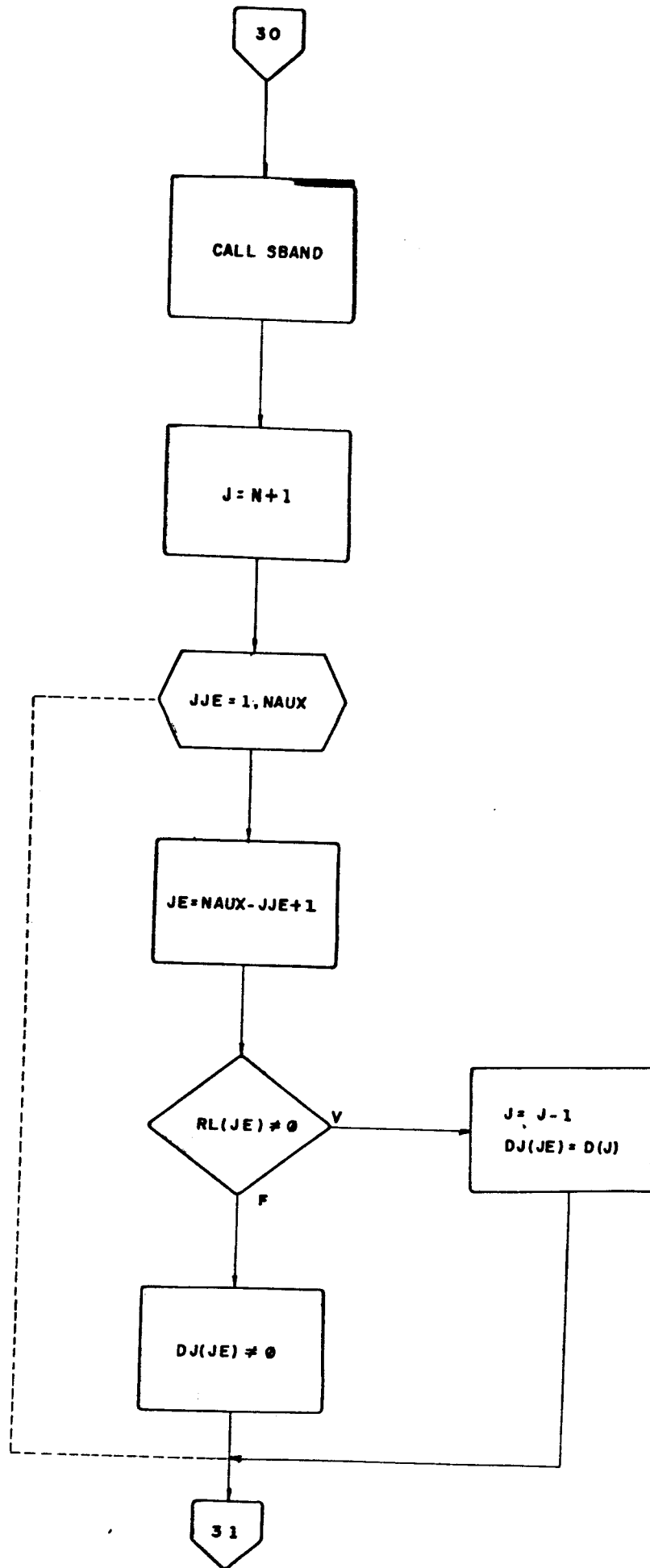


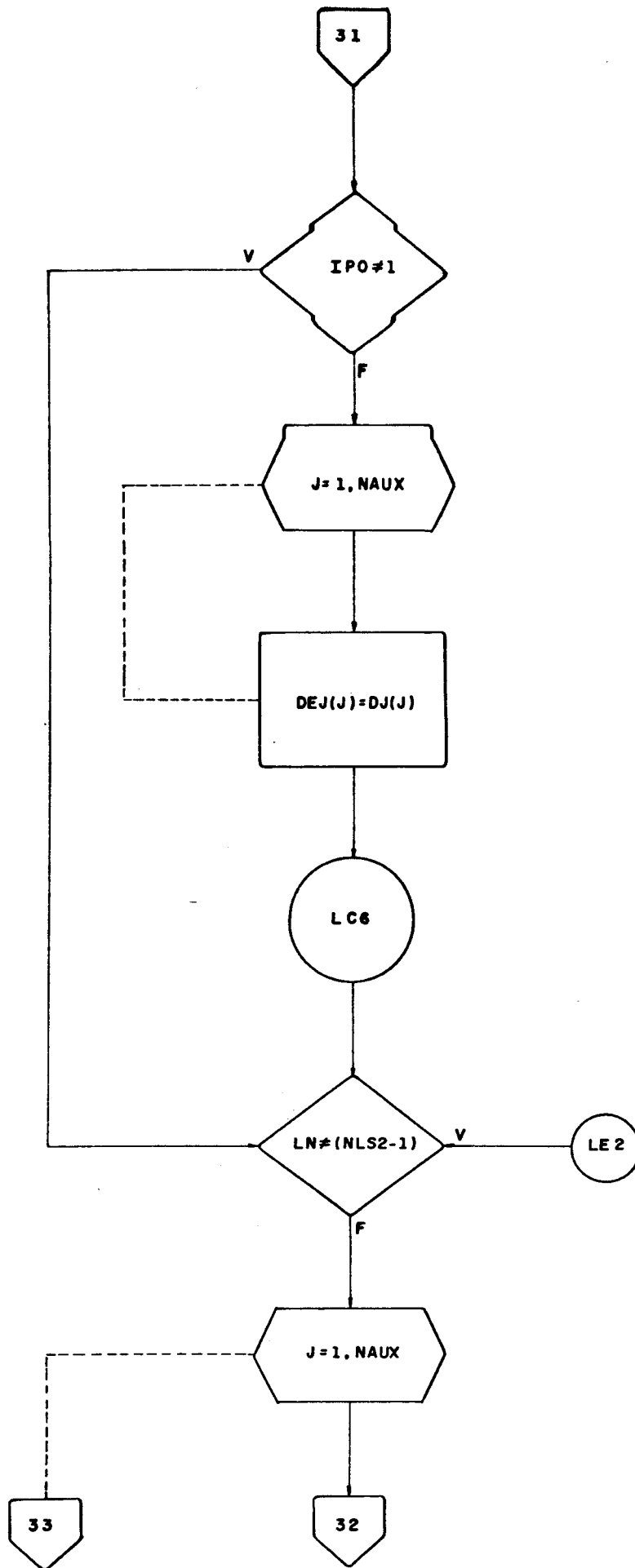


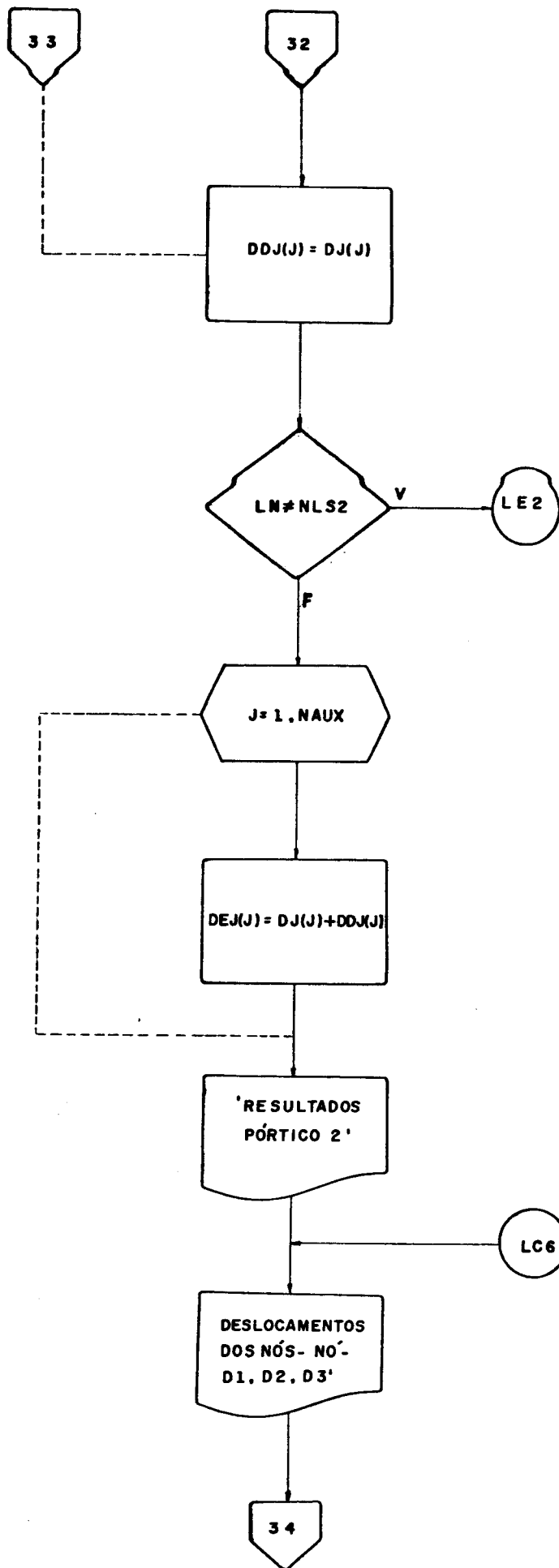


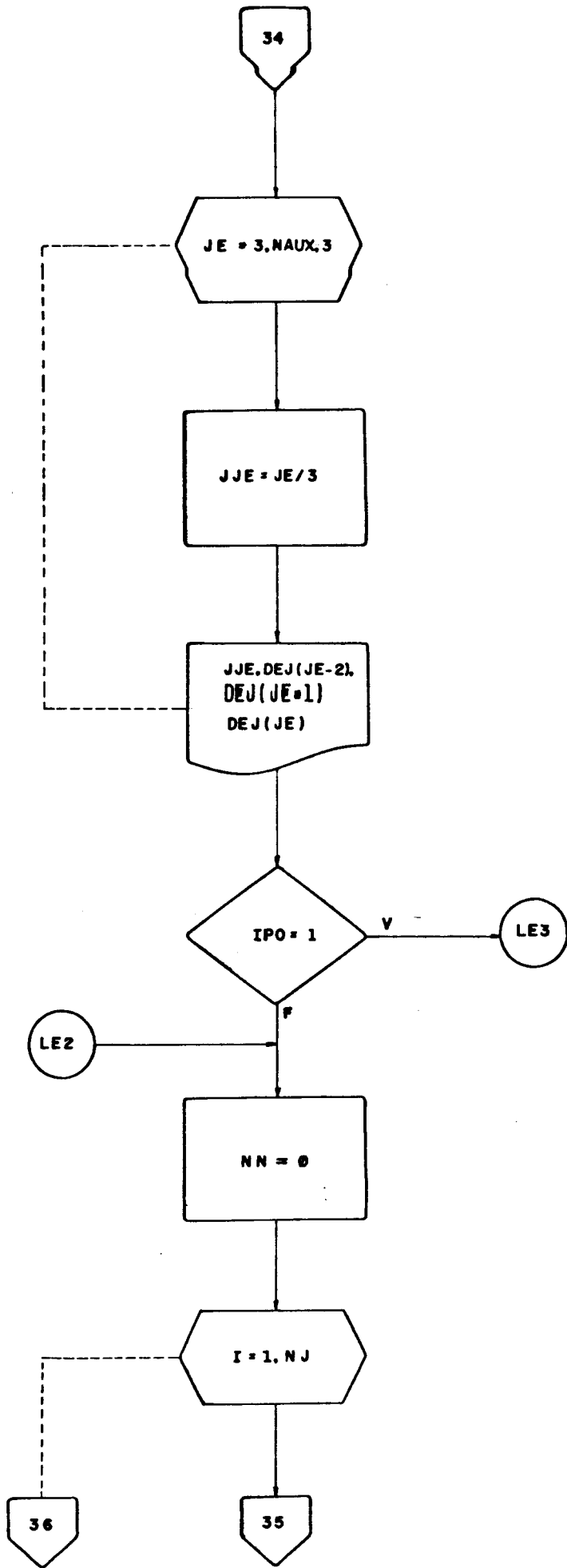


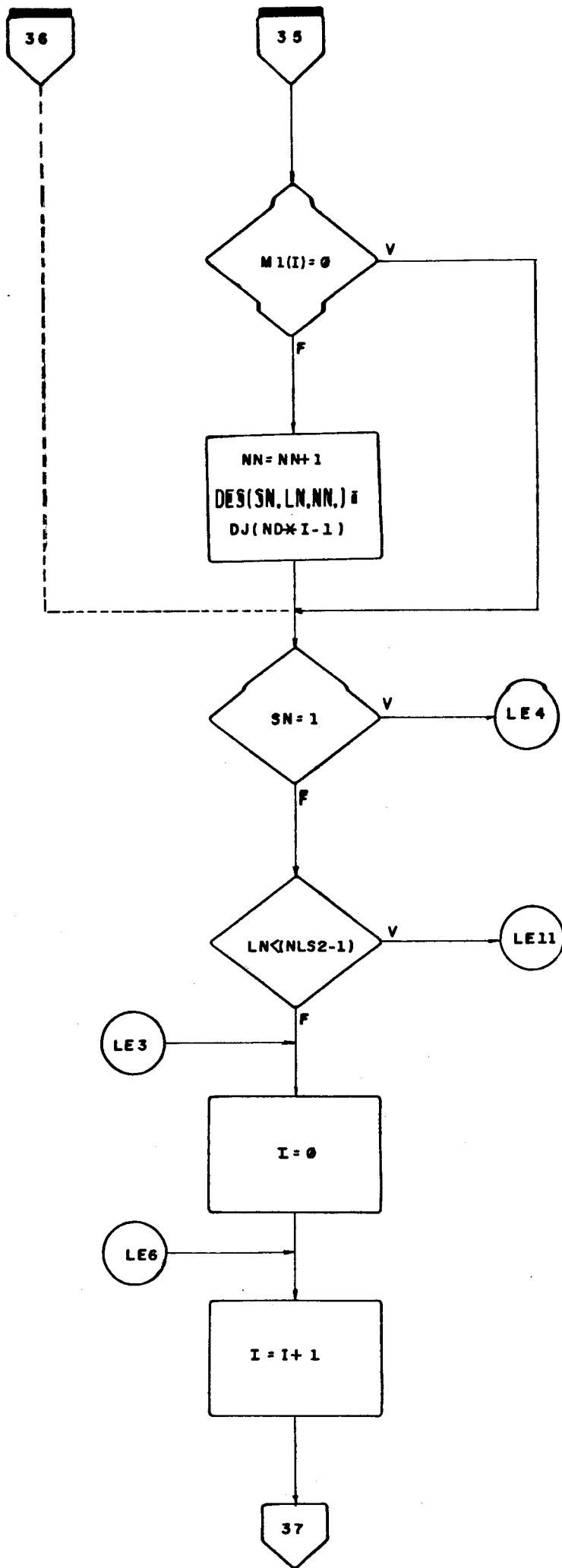


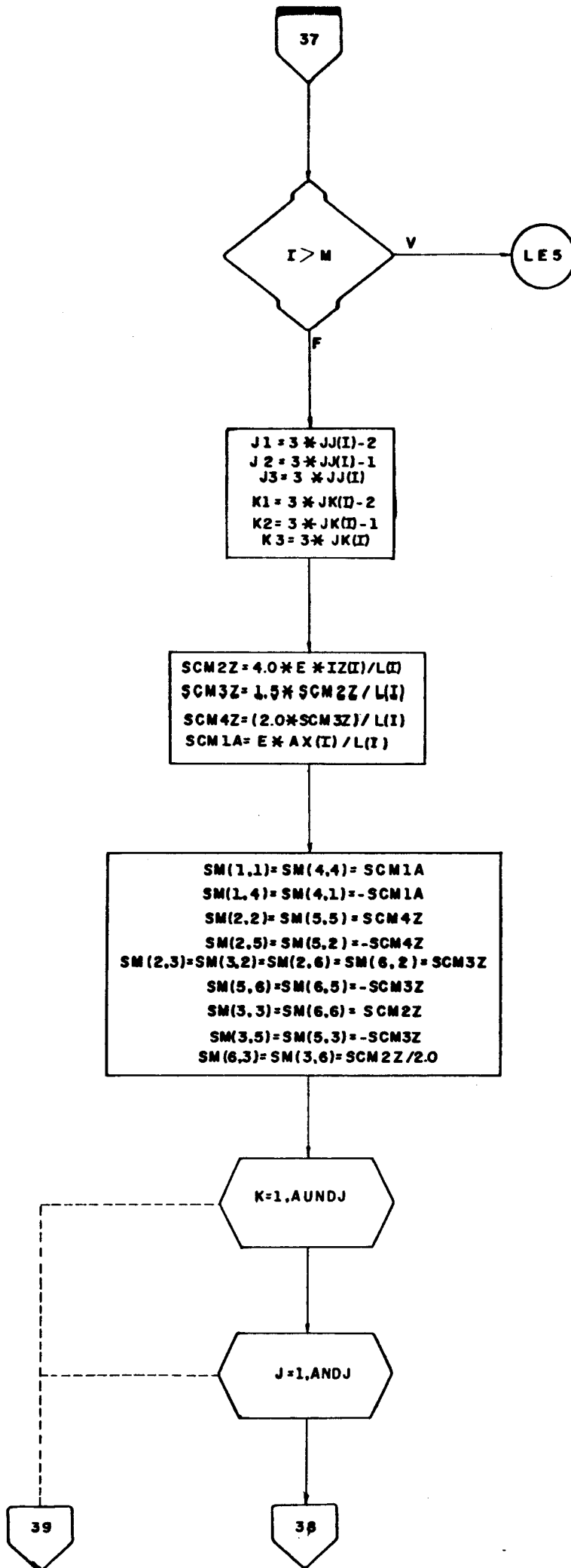


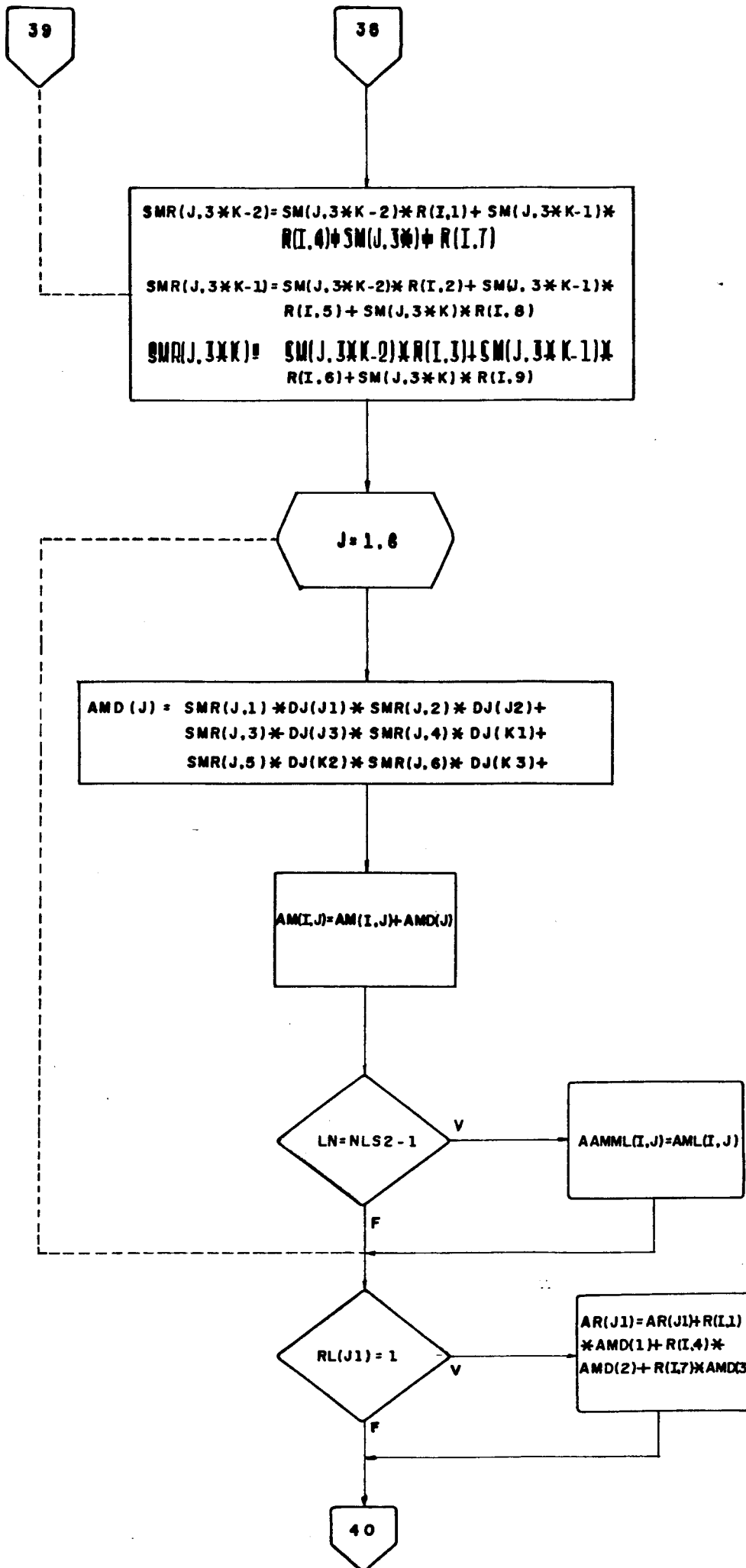


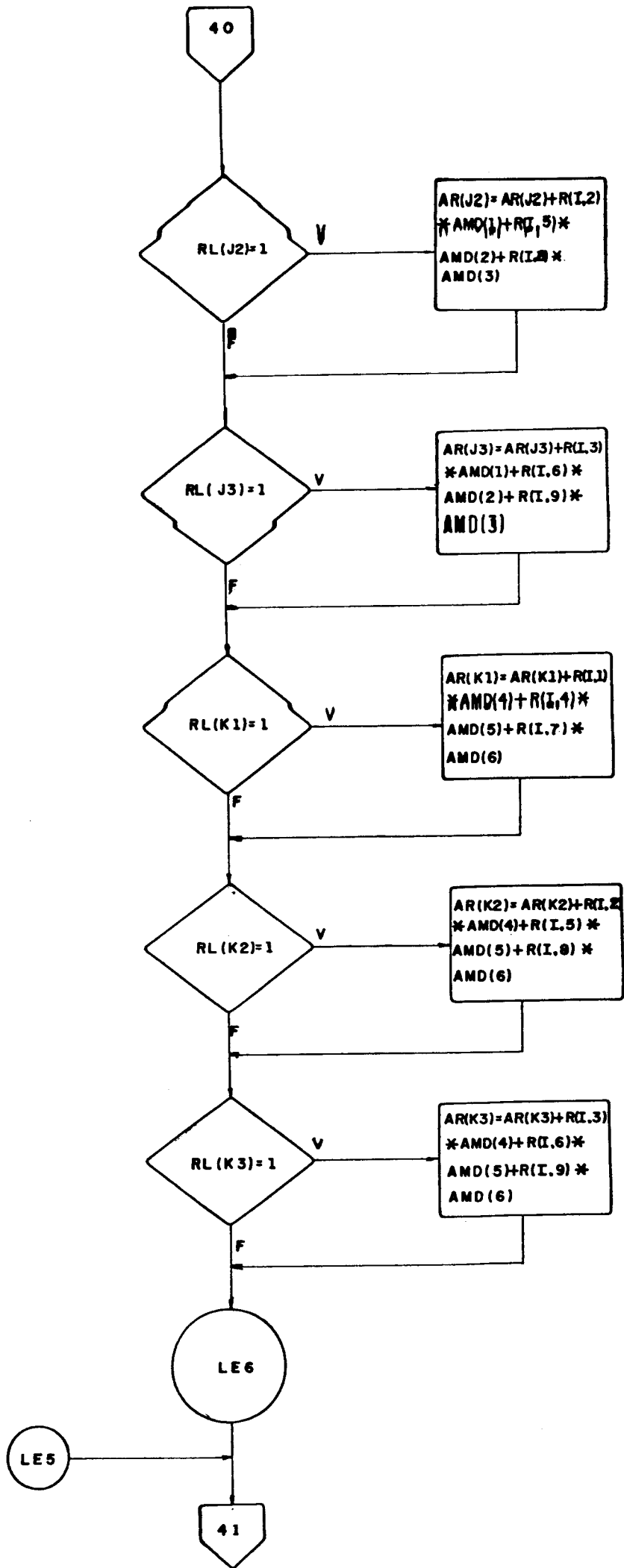


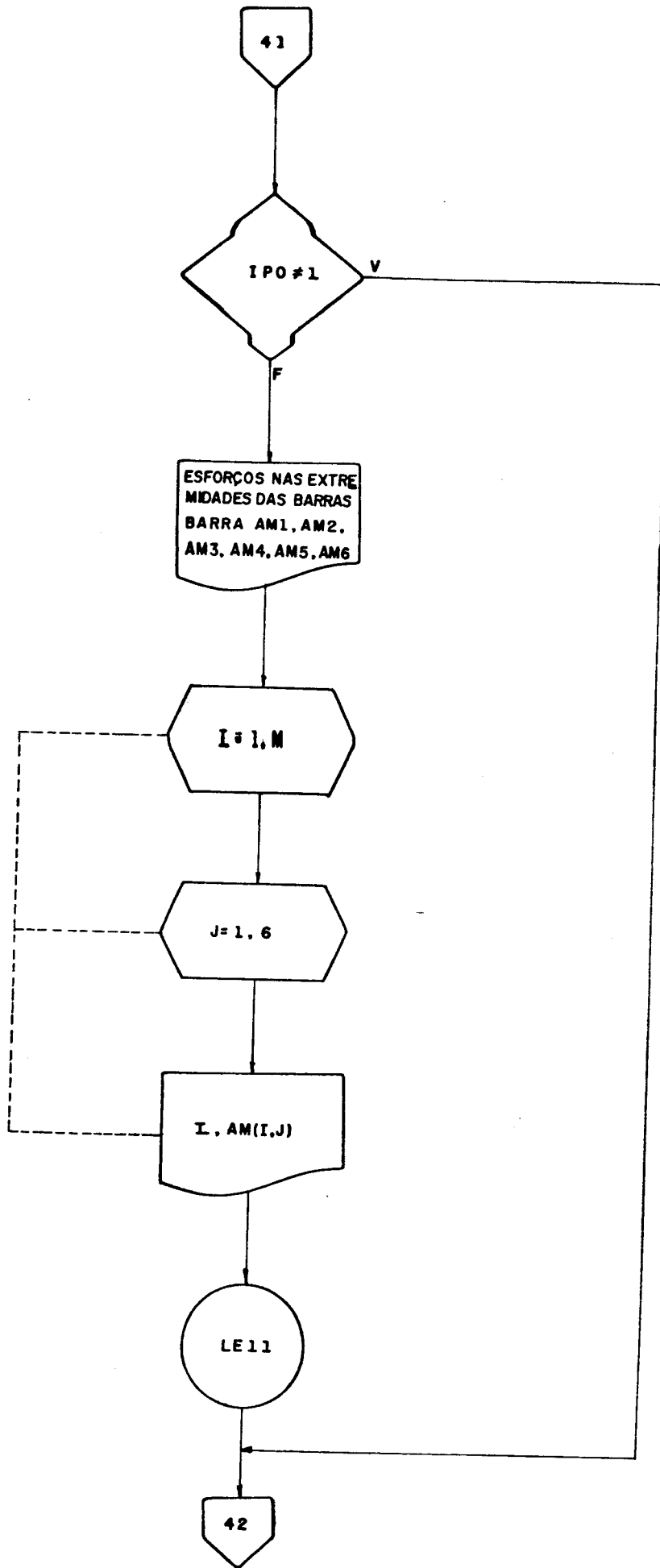


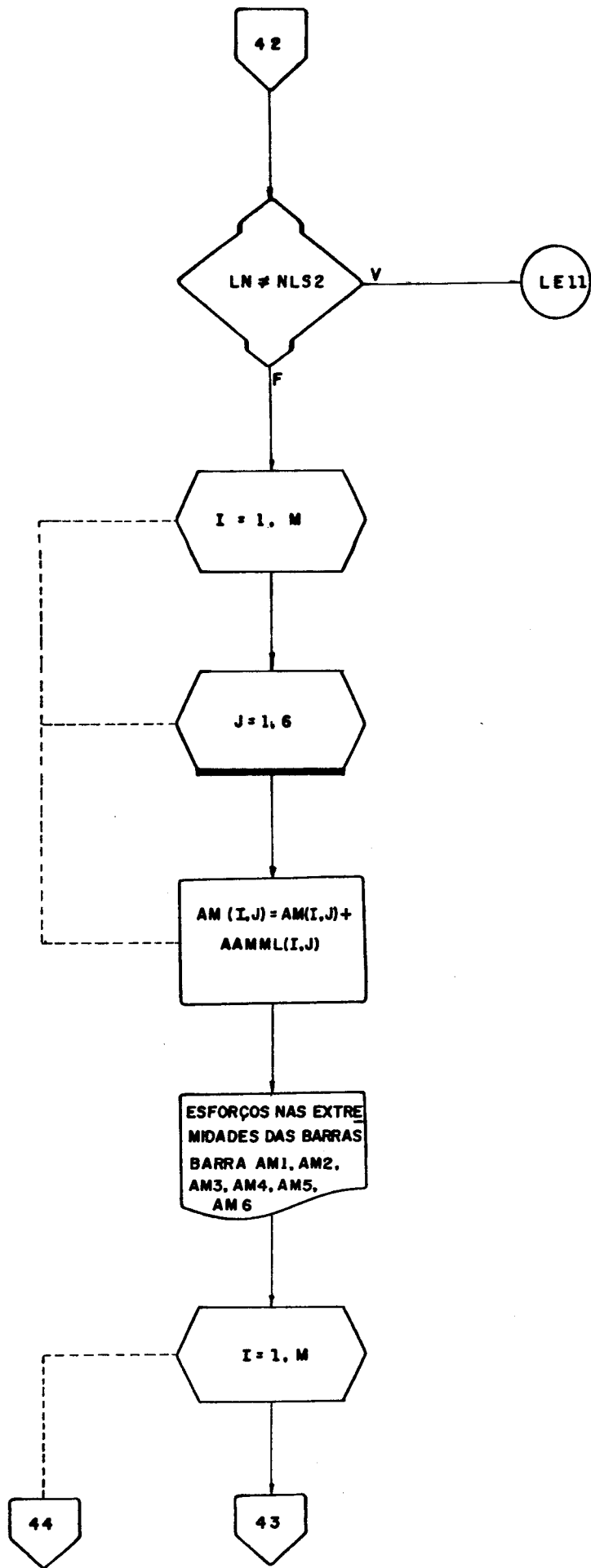


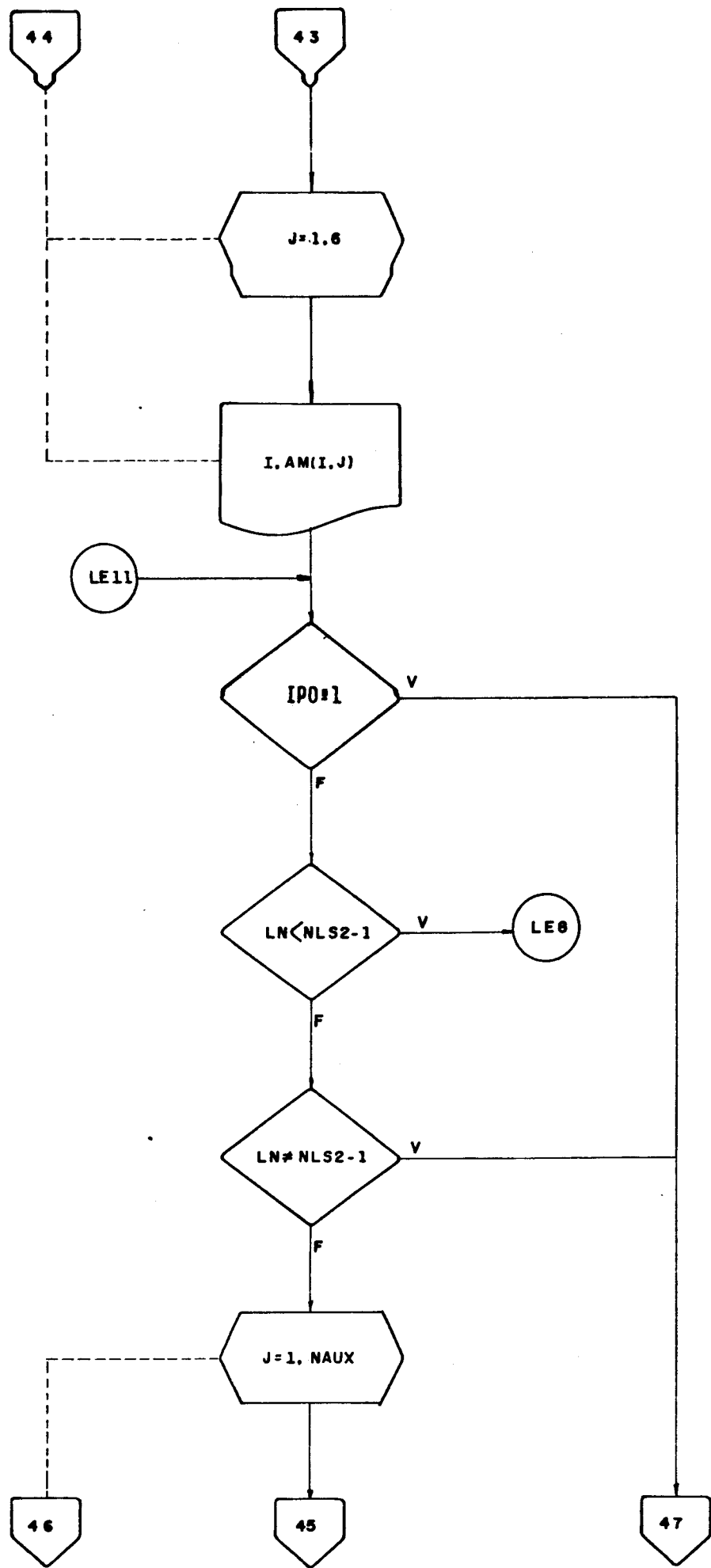


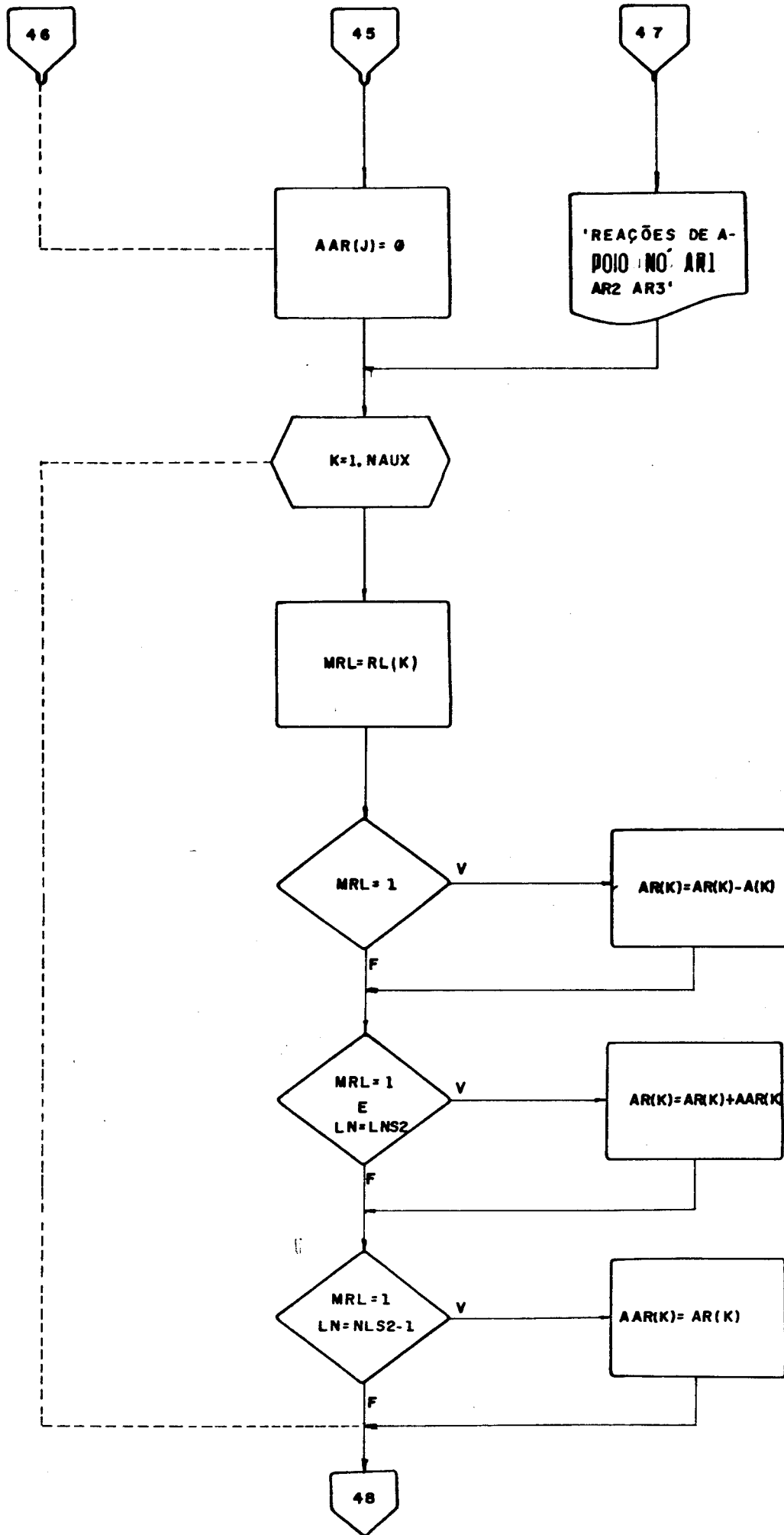


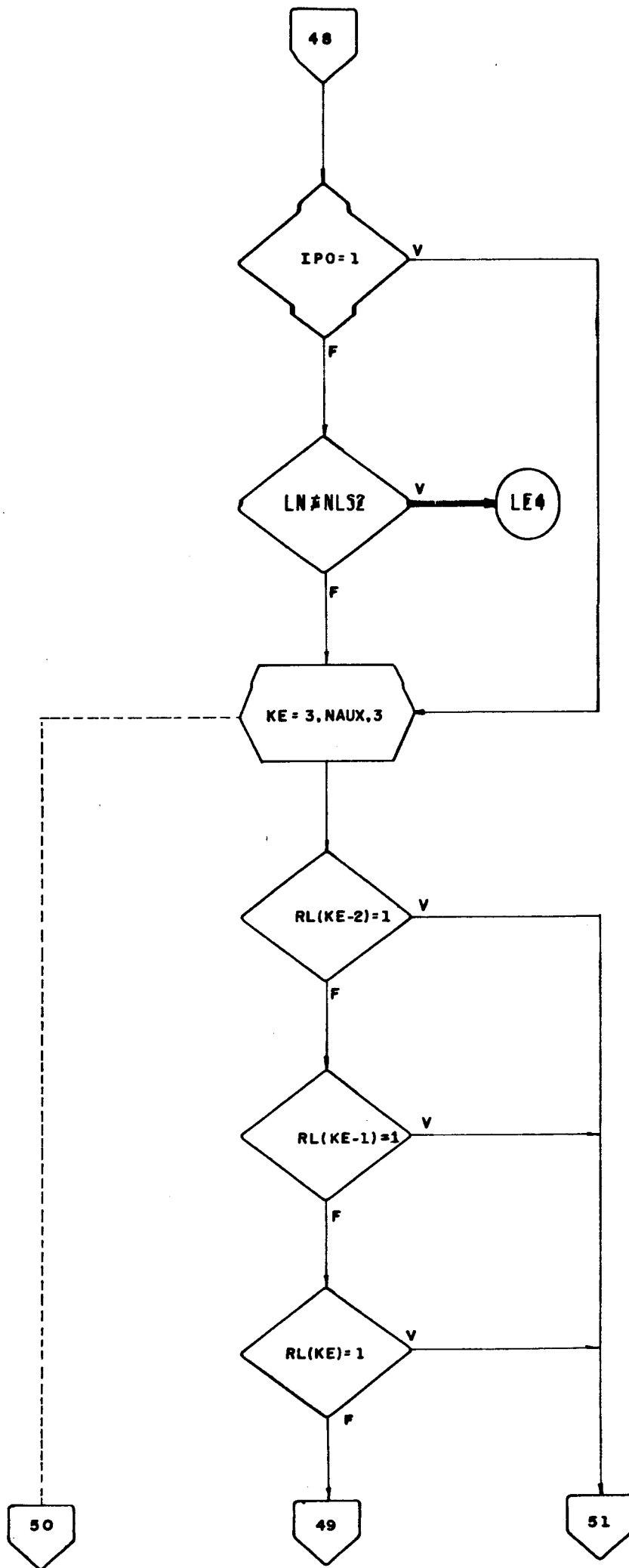


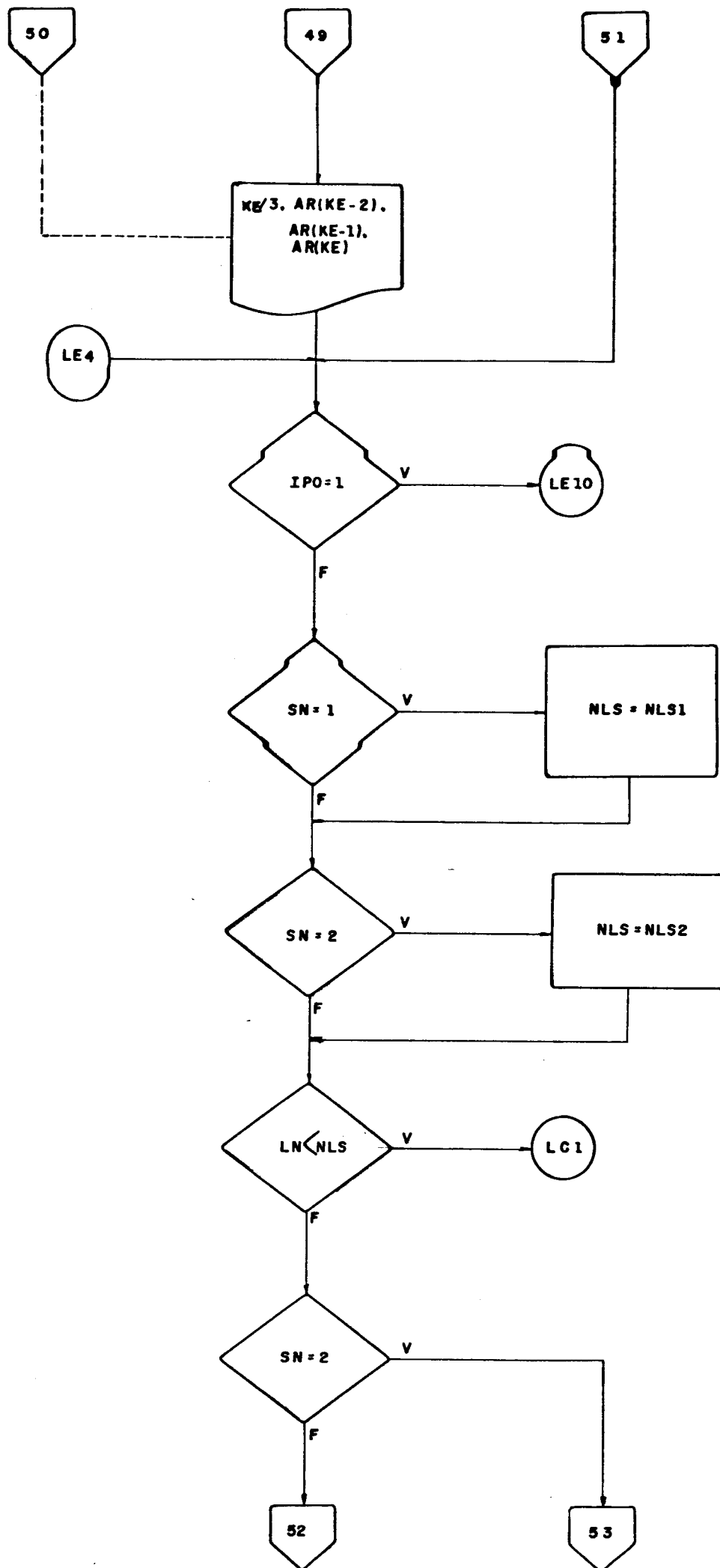


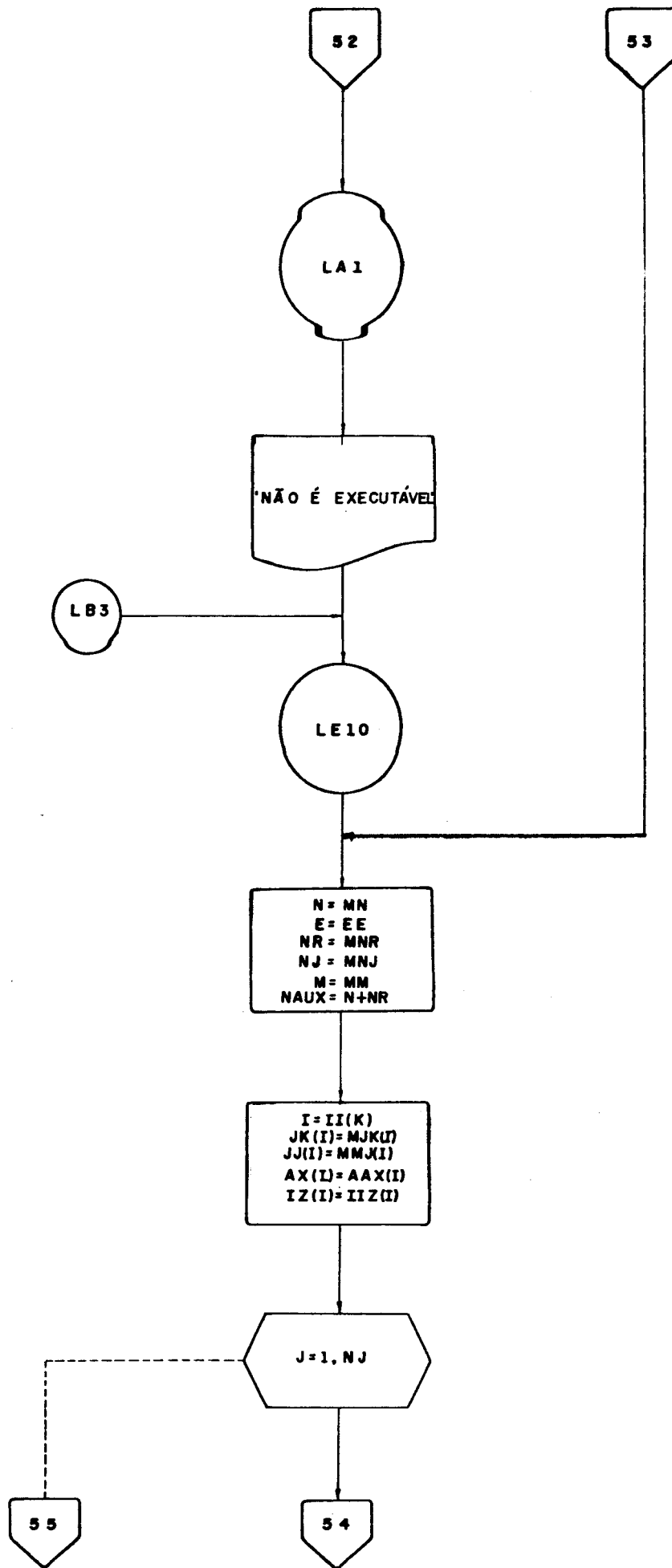


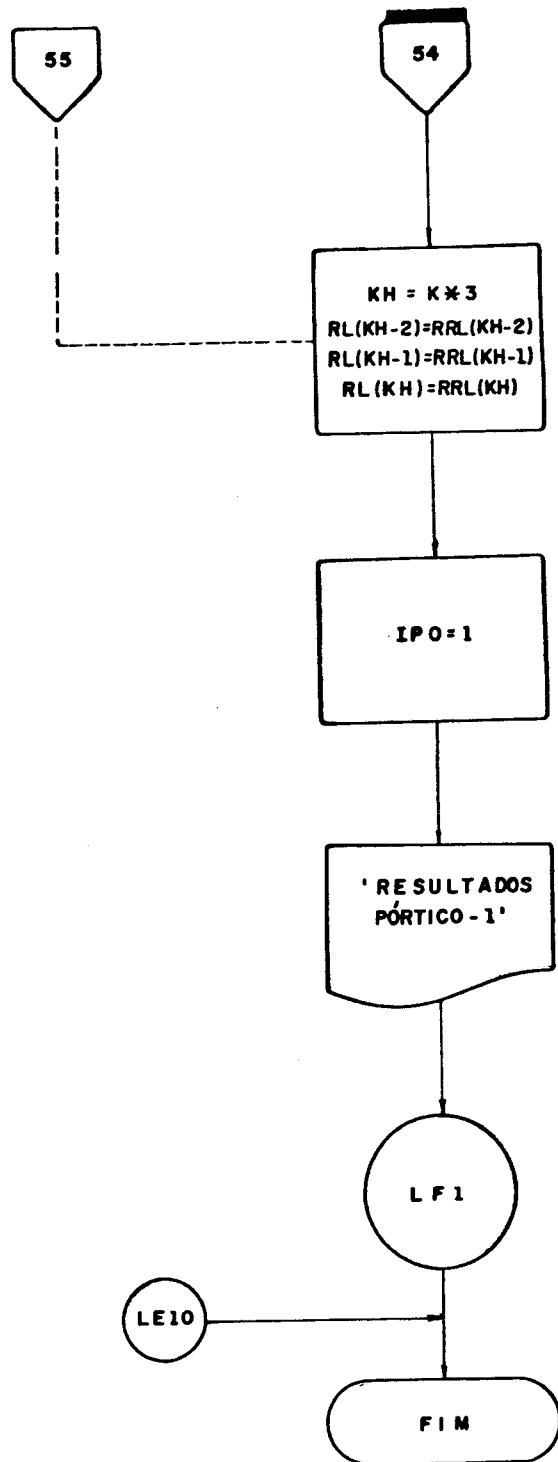


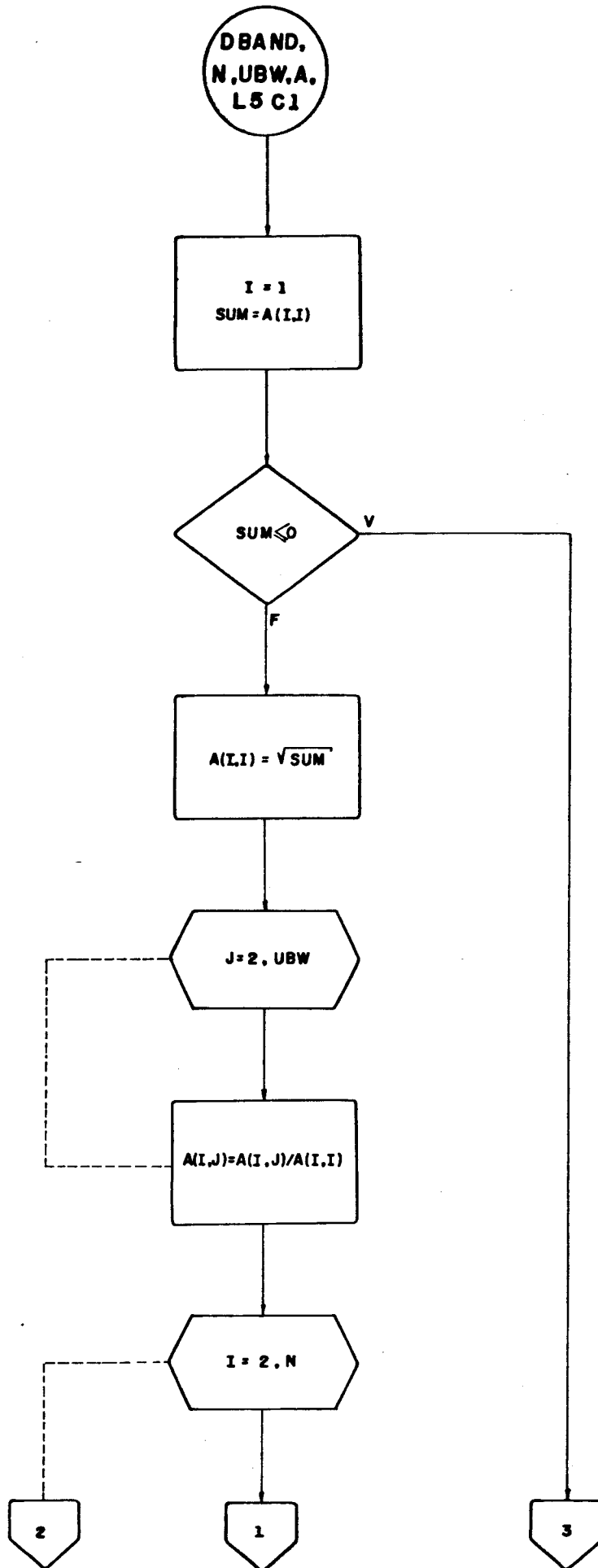


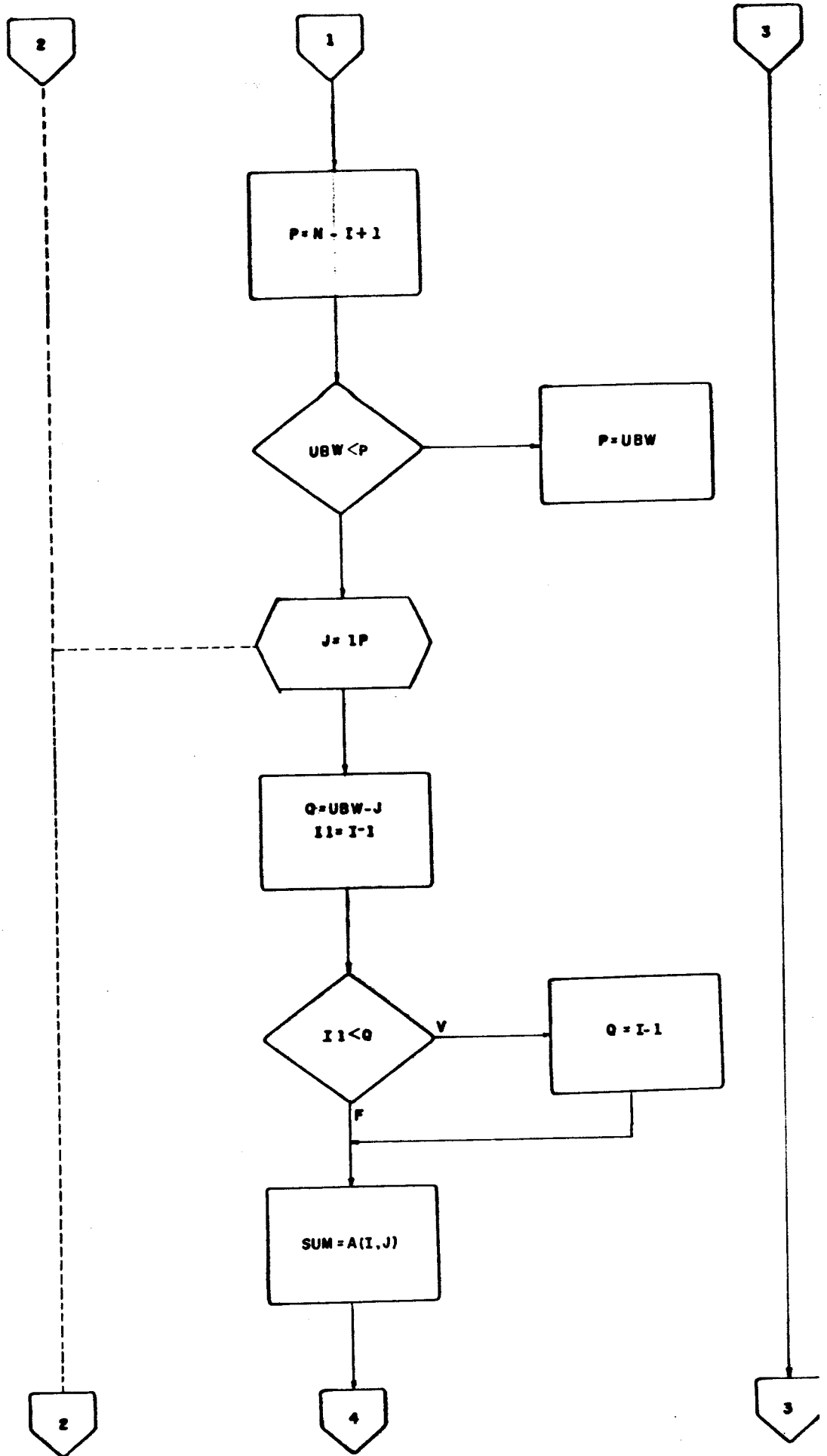


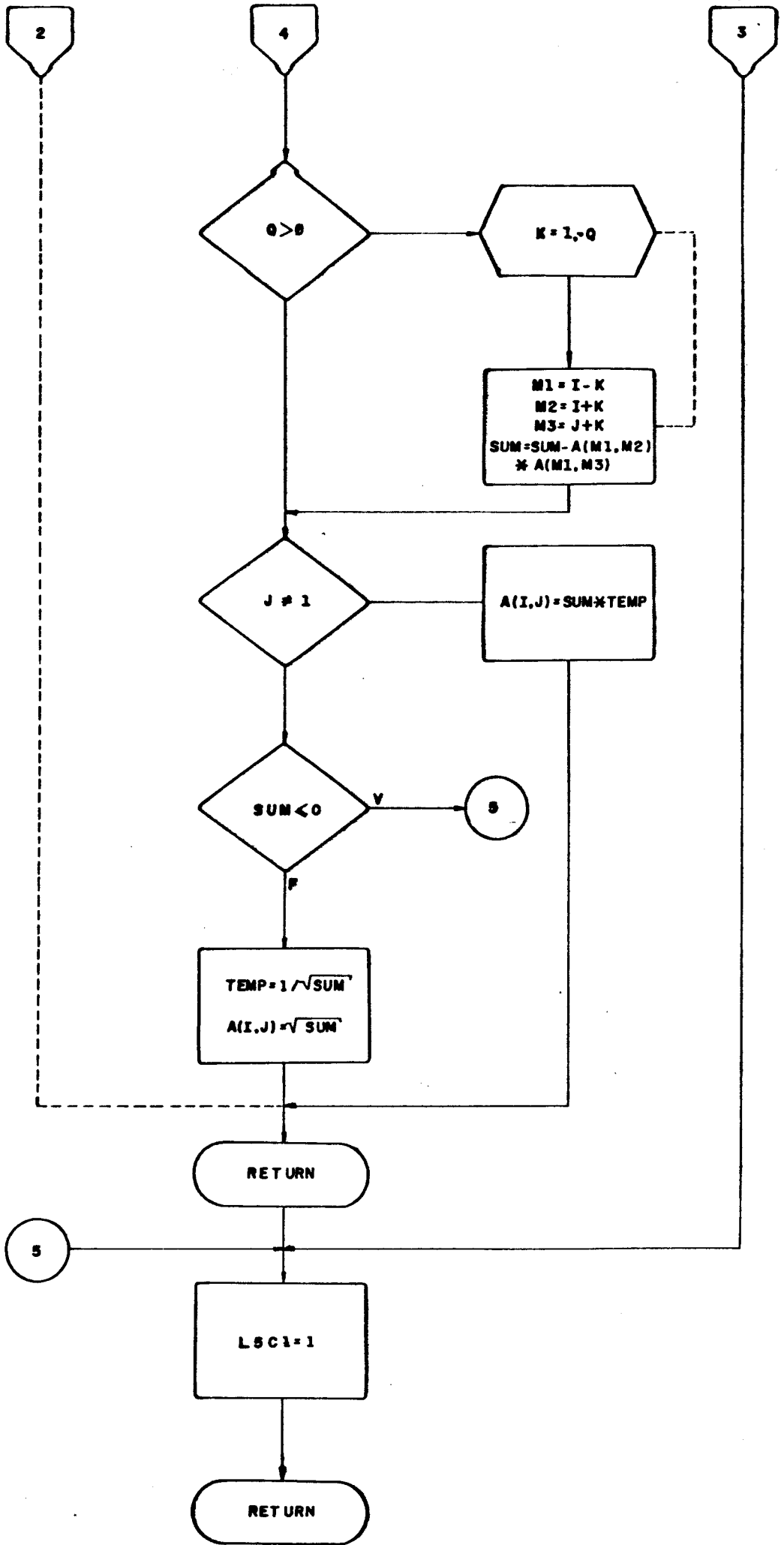


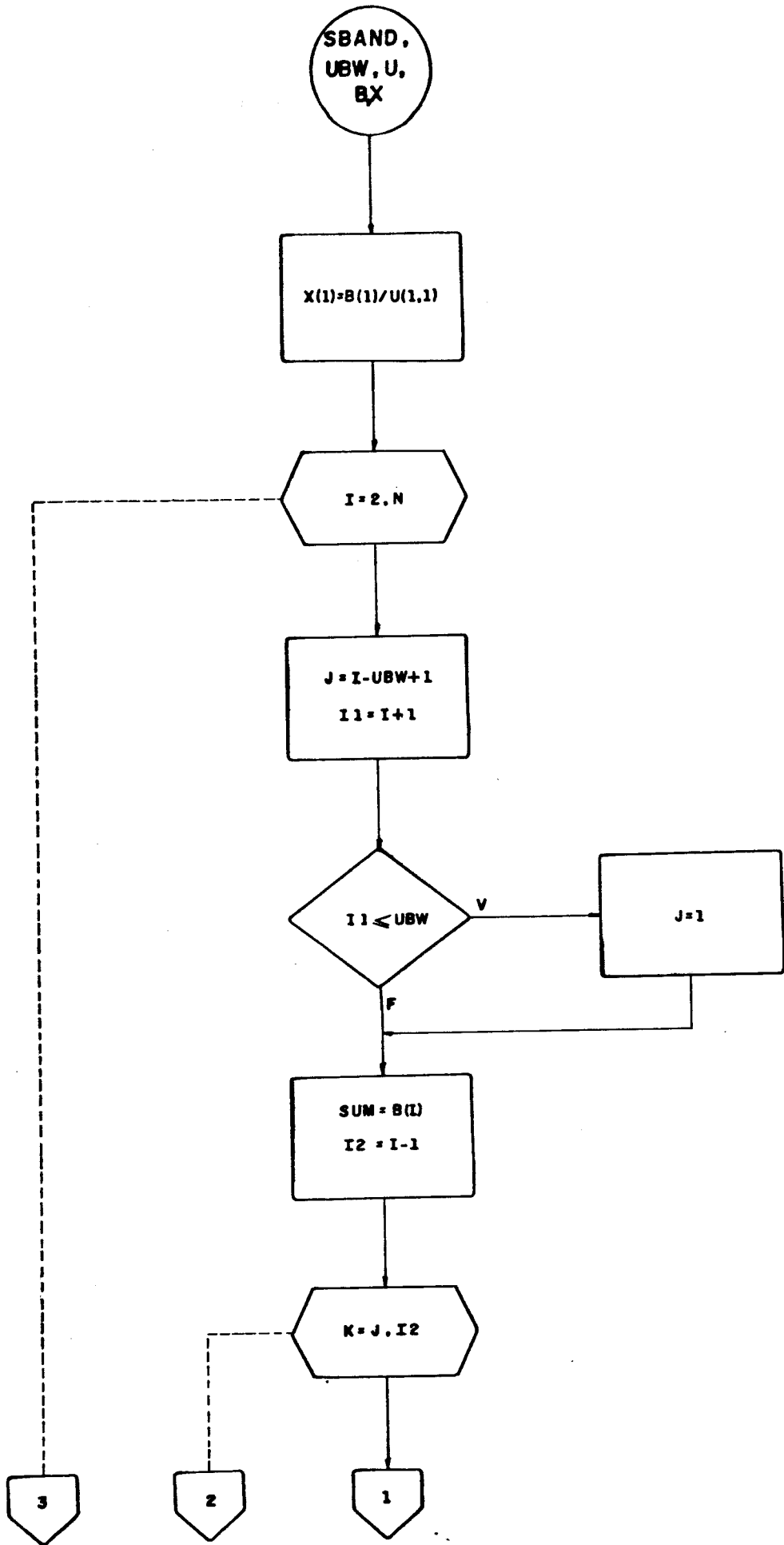


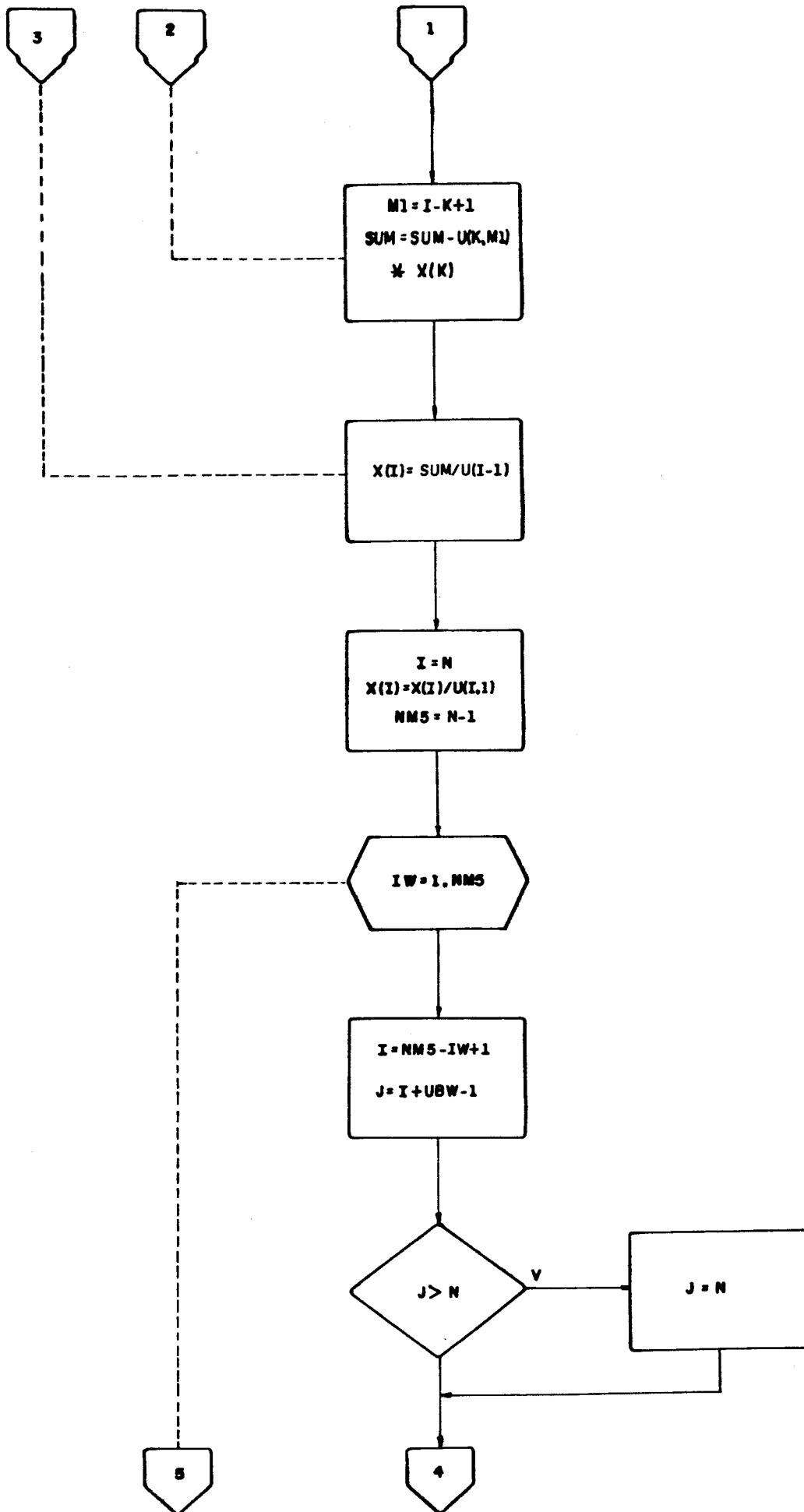


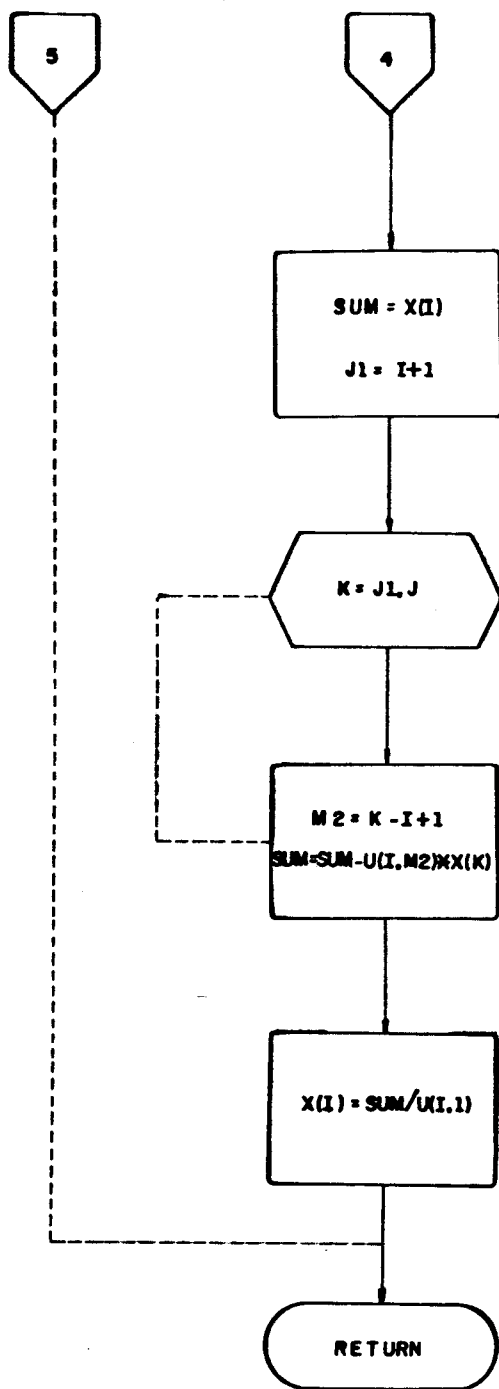


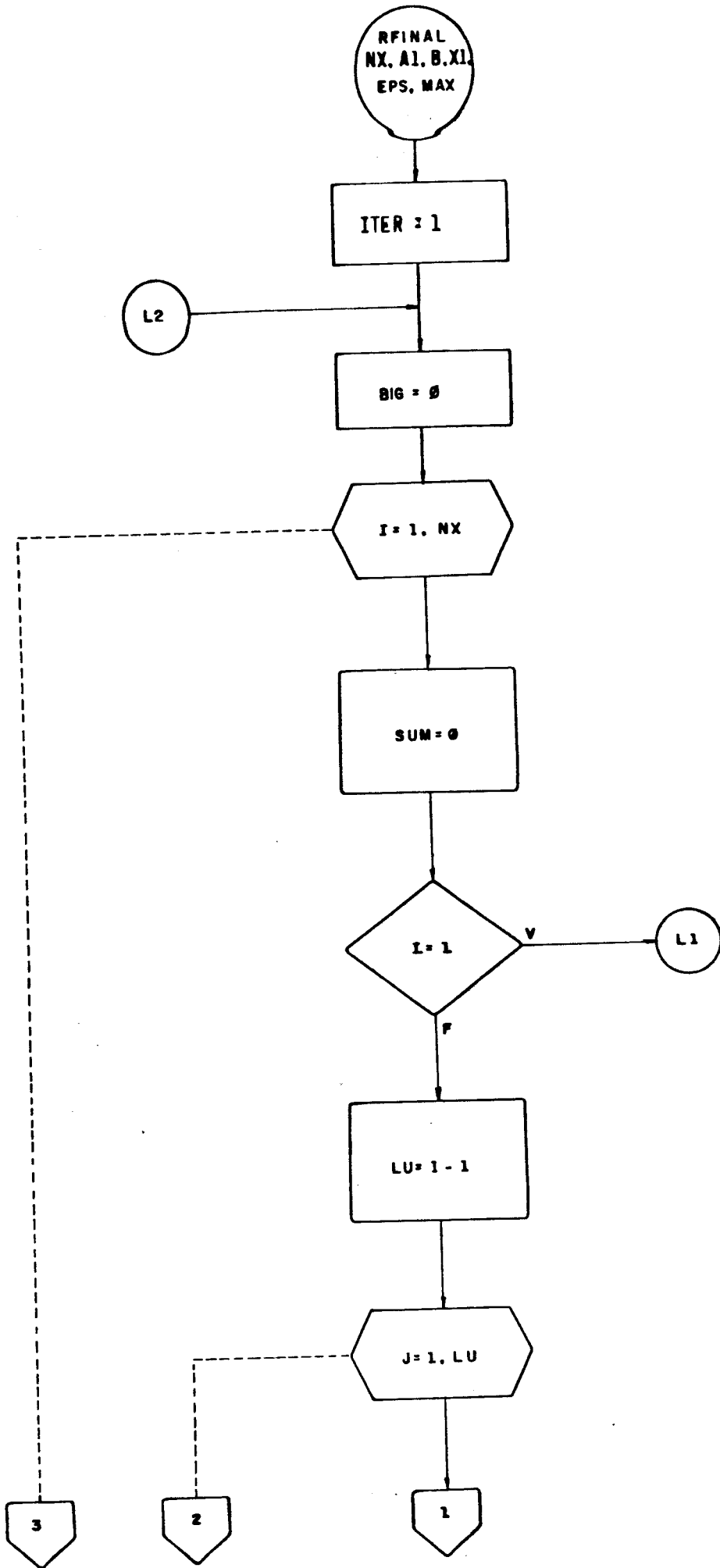


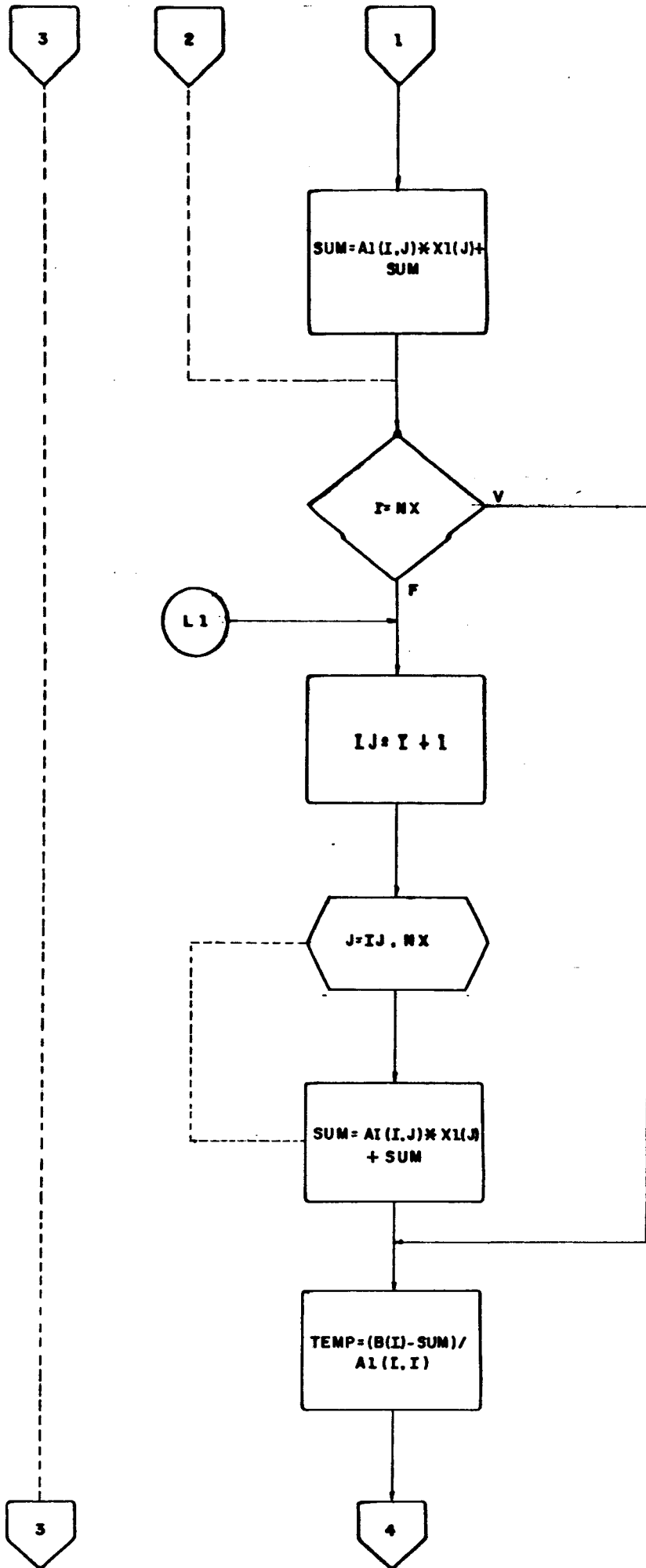


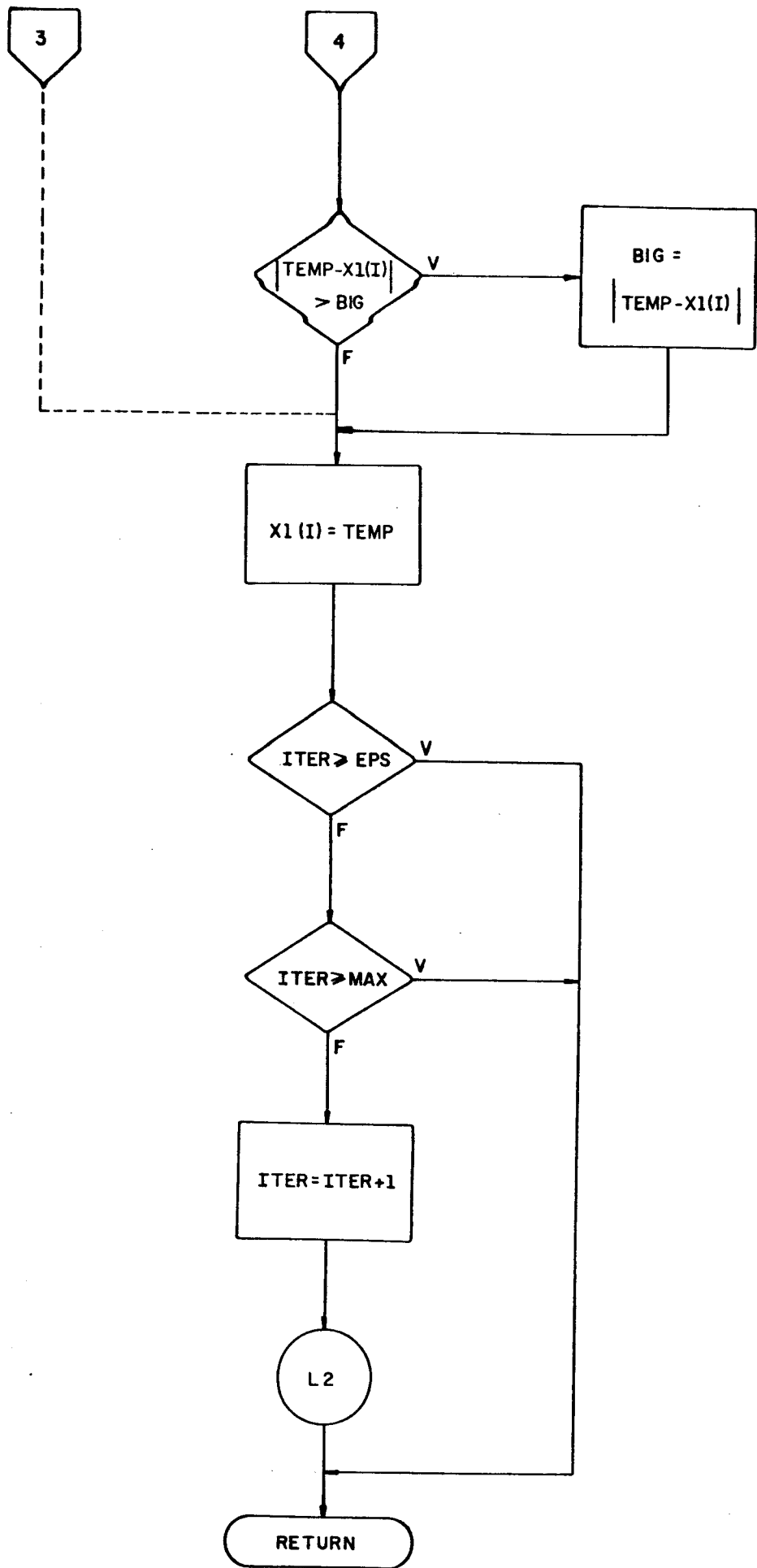












II-6) LISTAGEM DO PROGRAMA

```

C      (***** )
C      (** )
C      (** )
C      (**      USP - CAMPUS DE SAO CARLOS )
C      (**      ESCOLA DE ENGENHARIA DE SAO CARLOS )
C      (**      DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS )
C      (**      DISSERTACAO DE MESTRADO )
C      (** PROGRAMA PARA CALCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICIOS TUBULARES )
C      (** )
C      (**      ORIENTADOR  PROF. DR. EDDIE MANCINI )
C      (** )
C      (** )
C      (** )
C      (** )
C      (** )
C      (***** )
C
C
C      SUBPROGRAMA PARA DECCMPCR UMA MATRIZ SIMETRICA POSITIVA DEFINIDA
C      EM BANDA ARMAZENADA RETANGULARMENTE COM DIMENSOES NXUBW PELO ME-
C      TODO DE CHOLESKY
C
C      DESCRICAO DAS VARIAVEIS
C
C
C      PARAMETROS DE ENTRADA
C
C      N-NUMERO DE LINHAS
C      UBW-LARGURA DA BANDA
C      A- MATRIZ A SER DECCMPOSTA (ALTERADA NA SAIDA)
C
C      PARAMETRO DE SAIDA
C
C      L5C1-VARIAVEL QUE DEVERA INTERROMPER O PROGRAMA CASO A MATRIZ
C      NAO SEJA DEFINIDA POSITIVA
C
C
C
C
C      SUBROUTINE DBAND(L5C1)
C      INTEGER UBW,P,Q
C      COMMON/D1/ N,UBW,A(500,40)
C      I=1
C      SUM=A(I,I)
C      IF(SUM.LE.0)GO TO 30
C      A(I,I)=SQRT(SUM)
C      DO 2 J=2,UBW
C      A(I,J)=A(I,J)/A(I,I)
C 2  CONTINUE
C      DO 10 I=2,N
C      P=N-I+1
C      IF(UBW.LT.P)P=UBW
C      DO 10 J=1,P
C      Q=UBW-J
C      I1=I-1
C      IF(I1-Q)25,35,35
C 25 Q=I-1

```



```
35 SUM=A(I,J)
   IF(Q)55,55,45
45 DC 20 K=1,C
   M1=I-K
   M2=I+K
   M3=J+K
20 SUM=SUM-A(M1,M2)*A(M1,M3)
55 IF(J-1)75,65,75
75 A(I,J)=SUM*TEMP
   GO IC. 10.
65 IF(SUM.LE.0)GO TC 30
   TEMP=1./SQRT(SUM)
   A(I,J)=SQRT(SUM)
10 CONTINUE
   RETURN
30 L5C1=1
   RETURN
   END
```

```

C
C
C
C   SUBPROGRAMA PARA RESOLUCAO DE SISTEMAS DE EQUACOES CUJA MATRIZ
C   FOI DECOMPOSTA NA SUBROTINA DBAND
C
C   DESCRICAO DAS VARIAVEIS
C
C   PARAMETROS DE ENTRADA
C
C   N-NUMERO DE LINHAS DA MATRIZ
C   UBW-LARGURA DA BANDA
C   U- MATRIZ DOS COEFICIENTES
C   B-VETOR DOS TERMOS INDEPENDENTES
C
C   PARAMETRO DE SAIDA
C
C   X-VETOR DAS INCOGNITAS
C
SUBROUTINE SBAND
INTEGER UBW
COMMON/D1/ N,UBW,U(500,40)
COMMON/D2/ B(540),X(540)
X(1)=B(1)/U(1,1)
DO 10 I=2,N
J=I-UBW+1
I1=I+1
IF(I1.LE.UBW)J=1
SUM=B(I)
I2=I-1
DO 20 K=J,I2
M1=I-K+1
SUM=SUM-U(K,M1)*X(K)
20 CONTINUE
X(I)=SUM/U(I,1)
10 CONTINUE
I=N
X(I)=X(I)/U(I,1)
NM5=N-1
DO 30 IW=1,NM5
I=NM5-IW+1
J=I+UBW-1
IF(J.GT.N)J=N
SUM=X(I)
J1=I+1
DO 40 K=J1,J
M2=K-I+1
SUM=SUM-U(I,M2)*X(K)
40 CONTINUE
X(I)=SUM/U(I,1)
30 CONTINUE
RETURN
-END

```

SUBPROGRAMA PARA RESOLUCAO DE SISTEMAS DE EQUACOES PELO METODO DE GAUSS-SEIDEL

DESCRICAO DAS VARIAVEIS

PARAMETROS DE ENTRADA

NX- DIMENSAC DA MATRIZ
 B- VETOR DOS TERMOS INDEPENDENTES
 A1- MATRIZ DOS COEFICIENTES
 EPS- MAIOR ERRO PERMISSIVEL
 MAX- NUMERO DE ITERACOES

PARAMETRO DE SAIDA

X1- VETOR DAS INCOGNITAS

```

SUBROUTINE RFINAL(EPS,MAX)
COMMON/D3/ NX,A1(30,30),B(30),X1(30)
ITER=1
INP5=3
31 BIG=0.
  DO 30 I=1,NX
    SUM=0.
    IF(I.EQ.1)GO TO 42
    LU=I-1
    DO 40 J=1,LU
      SUM=A1(I,J)*X1(J)+SUM
40 CONTINUE
    IF(I.EQ.NX)GO TO 41
42 IJ=I+1
    DO 50 J=IJ,NX
      SUM=A1(I,J)*X1(J)+SUM
50 CONTINUE
41 TEMP=(B(I)-SUM)/A1(I,I)
    IF(ABS(TEMP-X1(I)).GT.BIG)BIG=ABS(TEMP-X1(I))
    X1(I)=TEMP
20 CONTINUE
    IF(BIG.LT.EPS)GO TO 51
    IF(ITER.GE.MAX)GO TO 51
    ITER=ITER+1
    IF(ITER.NE.(MAX-1))GO TO 31
    WRITE(INP5,52)ITER
52 FORMAT(T35,'NAO CONVERGE COM',I3,2X,'ITERACCES',/)
    GO TO 53
51 WRITE(INP5,54)ITER
54 FORMAT(T35,'CONVERGE COM',I3,2X,'ITERACOES',/)
53 RETURN
END

```

C
C
C
C
C

.....PROGRAMA PRINCIPAL

```

DIMENSION X(180),Y(180),JJ(319),JK(319),AX(319),R(319,9),SM(6,6),
*SMR(6,6),SMD(6,6),A(540),DJ(540),AR(540),AMD(6),IN(12),YY(180),
*XX(180),MM1(180),MJJ(319),MJK(319),AAX(319),KK(40),JX(180),AAMML(
#319,6),DDJ(540),AAR(540),DEJ(540),II(319),AM(319,6),M1(180),DES(2
*,32,30)
REAL L(319),IZ(319),IIZ(319)
INTEGER ROW, COL, CRL(540), RL(540), UBW, AUXNR, RRL(540), AUNDJ, ANDJ, SN
COMMON/D1/ N,UBW,S(500,40)
COMMON/D2/ AO(540),D(540)
COMMON/D3/ NLS1,A1(30,30),B(30),X1(30)
DATA NDJ,INP2,INP5/3,1,3/
WRITE(INP5,1)
1 FORMAT(1H1,50(/),T26,71('*'),/,T26,'*',69X,'*',/,T26,'*',2X,'PROGR
*AMA PARA CALCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICIOS TUBULARES',2X,'
**',/,T26,'*',69X,'*',/,T26,71('*'),/////)
READ(INP2,2)NLS1
2 FORMAT(I3)
NLS2=NLS1+2
    
```

C
C
C
C
C

.....PARAMETROS ESTRUTURAS

```

SN=0
IPO=0
902 SN=SN+1
READ(INP2,3)M,NJ,NR,E
3 FORMAT(3I3,F10.6)
N=NDJ*NJ-NR
WRITE(INP5,4)SN,M,N,NJ,NR,E
4 FORMAT(1H1,9(/),T39,'DADOS DA ESTRUTURA',2X,'-',2X,'PORTICO',I3,9(
*/),T26,'NUMERO DE BARRAS',34('.'),I3,///,T26,'NUMERO DE GRAUS DE L
*IBERDADE',22('.'),I3,///,T26,'NUMERO DE NOS',37('.'),I3,///,T26,'N
*UMERO DE DESLOCAMENTOS IMPEDIDOS',17('.'),I3,///,T26,'MODULO DE EL
*ASTICIDADE',28('.'),E14.7)
    
```

C
C
C
C
C

.....COORDENADAS DCS NOS

```

WRITE(INP5,65)
65 FORMAT(1H1,///,T49,'COORDENADAS DCS NOS',///,T29,'NO',8X,'COORDENA
*DA X',7X,'COORDENADA Y',7X,'TIPO DE NO',//)
NAUX=N+NR
DO 38 J=1,NAUX
CRL(J)=0
RL(J)=0
38 CONTINUE
DO 10 K=1,NJ
READ(INP2,5)J,Y(J),X(J),M1(J)
5 FORMAT(I3,2F6.3,I3)
IF(SN.NE.1)GO TO 10
JX(K)=J
    
```

```

YY(J)=Y(J)
XX(J)=X(J)
MMI(J)=MI(J)

```

```

10 WRITE(INP5,6)J,X(J),Y(J),MI(J)
6  FORMAT(T28,I3,8X,F9.3,11X,F9.3,15X,I3,/)

```

```

C
C
C
C

```

```

.....INFORMACCES SOBRE AS BARRAS

```

```

WRITE(INP5,66)
66  FORMAT(1H1,///,T49,'INFORMACCES SOBRE AS BARRAS',////,5X,'INDICE',
*5X,'NO INICIAL',5X,'NO FINAL',5X,'AREA DA SECAO TRANSVERSAL',5X,'M
*UMENTO DE INERCIA',7X,'COMPRIMENTO',///)
913 DO 71 JJJ=1,6
    DO 71 JJK=1,6
    SMR(JJJ,JJK)=0.
    SMD(JJJ,JJK)=0.
    SM(JJJ,JJK)=0.
71  CONTINUE
    DO 1379 JC=1,M
    DO 1379 JD=1,9
1379 R(JC,JD)=0.
    DO 20 K=1,M
    IF(IPO.NE.1)GO TO 2221
    I=II(K)
    GO TO 2211
2221 READ(INP2,7)I,JJ(I),JK(I),AX(I),IZ(I)
7  FORMAT(3I3,F10.6,F10.6)
2211 IF(JJ(I)-JK(I))101,101,100
100 J=JJ(I)
    JJ(I)=JK(I)
    JK(I)=J
101 XCL=X(JK(I))-X(JJ(I))
    YCL=Y(JK(I))-Y(JJ(I))
    L(I)=SQRT(XCL*XCL+YCL*YCL)
    CX=XCL/L(I)
    CY=YCL/L(I)

```

```

C
C
C
C

```

```

.....MATRIZ DE ROTACAO

```

```

R(I,1)=CX
R(I,9)=1.0
R(I,2)=CY
R(I,4)=-CY
R(I,5)=CX
IF(IPO.EQ.1)GO TO 20
IF(SN.NE.1)GO TO 651
II(K)=I
MJJ(I)=JJ(I)
MJK(I)=JK(I)
AAX(I)=AX(I)
IIZ(I)=IZ(I)
651 WRITE(INP5,8)I,JJ(I),JK(I),AX(I),IZ(I),L(I)
8  FORMAT(7X,I3,9X,I3,10X,I3,15X,F10.6,15X,F10.6,10X,F10.6,/)
20  CONTINUE

```

C
 C.....FELACAC DLS MCS BLCQUEADCS
 C
 C

```

        IF(IPC.EC.1)GC TC 92C
        WRITE(INP5,41)
    41 FORMAT(IHL,///,I49,'RESTRICCES DE NC',////,I36,'NC',1CX,'RL1',1CX
        *,'RL2',1CX,'RL3',///,I35,I3,9X,I3,10X,I3,1CX,I3,/)
        IF(SN.NE.1)GC TC 5775
        CC 5775 J=1,NJ
        IF(M1(J).NE.2)GC TC 5775
        RL(3*J-2)=1
        RL(3*J)=1
        WRITE(INP5,11)J,RL(3*J-2),RL(3*J-1),RL(3*J)
    11 FORMAT(I35,I3,9X,I3,1CX,I3,1CX,I3,/)
    5775 CONTINUE
        GC TC 5981
    5775 CC 5776 J=1,NJ
        IF(M1(J).NE.2)GC TC 5776
        RL(3*J-1)=1
        WRITE(INP5,5780),RL(3*J-2),RL(3*J-1),RL(3*J)
    5780 FORMAT(I35,I3,9X,I3,1CX,I3,1CX,I3,/)
    5776 CONTINUE
    5981 CC 30 J=1,NJ
        IF(M1(J).NE.3)GC TC 30
        READ(INP2,9)K,RL(3*K-2),RL(3*K-1),RL(3*K)
        9 FORMAT(4I3)
        WRITE(INP5,5782)K,RL(3*K-2),RL(3*K-1),RL(3*K)
    5782 FORMAT(I35,I3,9X,I3,10X,I3,1CX,I3,/)
        30 CONTINUE
        IF(SN.NE.1)GC TC 92C
        CC 652 J=1,NJ
        PRL(3*J-2)=RL(3*J-2)
        RRL(3*J-1)=RL(3*J-1)
        RRL(3*J)=RL(3*J)
    652 CONTINUE
    92C CRL(1)=RL(1)
        CC 40 K=2,NALX
        CRL(K)=CRL(K-1)+RL(K)
    40 CONTINUE
    
```

C
 C.....MATRIZ DE RIGIDEZ
 C
 C

```

        IF(SN.NE.1)GC TC 912
        MM=M
        MNJ=NJ
        MA=N
        MNR=NP
        MNRJ=NRJ
        EE=E
    912 CC 72 JA=1,N
        CC 72 JB=1,40
        S(JA,JB)=0.
    72 CONTINUE
        UB=C
        I=C
    
```

```

125 I=I+1
    IF(I-M)104,104,103
104 DC 1533 J=1,NDJ
    IN(J)=NDJ*(JJ(I)-1)+J
    IN(J+NDJ)=NDJ*(JK(I)-1)+J
1533 CCNTINUE
    SCM2Z=(IZ(I)*E*4.0)/L(I)
    SCM3Z=(SCM2Z*1.5)/L(I)
    SCM4Z=(SCM3Z*2.0)/L(I)
    SCM1A=(AX(I)*E)/L(I)
    SM(1,1)=SCM1A
    SM(4,4)=SCM1A
    SM(1,4)=-SCM1A
    SM(4,1)=-SCM1A
    SM(2,2)=SCM4Z
    SM(5,5)=SCM4Z
    SM(2,5)=-SCM4Z
    SM(5,2)=-SCM4Z
    SM(2,3)=SCM3Z
    SM(3,2)=SCM3Z
    SM(2,6)=SCM3Z
    SM(6,2)=SCM3Z
    SM(3,5)=-SCM3Z
    SM(5,3)=-SCM3Z
    SM(5,6)=-SCM3Z
    SM(6,5)=-SCM3Z
    SM(3,3)=SCM2Z
    SM(6,6)=SCM2Z
    SM(3,6)=SCM2Z/2.0
    SM(6,3)=SCM2Z/2.0
    ALNDJ=(NDJ*2)/3
    ANDJ=NDJ*2
    DC 50 K=1,ALNDJ
    DC 50 J=1,ANDJ
    KM=K*3
    SMR(J,KM-2)=SM(J,KM-2)*R(I,1)+SM(J,KM-1)*R(I,4)+SM(J,KM)*R(I,7)
    SMR(J,KM-1)=SM(J,KM-2)*R(I,2)+SM(J,KM-1)*R(I,5)+SM(J,KM)*R(I,8)
    SMR(J,KM)=SM(J,KM-2)*R(I,3)+SM(J,KM-1)*R(I,6)+SM(J,KM)*R(I,9)
50 CONTINUE
    DC 60 J=1,ALNDJ
    DC 60 K=1,ANDJ
    JN=J*3
    SMD(JN,K)=R(I,3)*SMR(JN-2,K)+R(I,6)*SMR(JN-1,K)+R(I,9)*SMR(JN,K)
    SMD(JN-1,K)=R(I,2)*SMR(JN-2,K)+R(I,5)*SMR(JN-1,K)+R(I,8)*SMR(JN,K)
    SMD(JN-2,K)=R(I,1)*SMR(JN-2,K)+R(I,4)*SMR(JN-1,K)+R(I,7)*SMR(JN,K)
60 CONTINUE
    DC 1531 J=1,ANDJ
    JJI=IN(J)
    IF(RL(JJI).NE.0)GC TC 1531
    RCW=JJI-CRL(JJI)
    S(RCW,1)=S(RCW,1)+SMC(J,J)
    JJJ=J+1
    IF(JJJ.GT.ANDJ)GC TC 1531
    DC 1531 K=JJJ,ANDJ
    JK1=IN(K)
    IF(RL(JK1).NE.0)GC TC 1531
    CCL=JK1-CRL(JK1)-RCW+1
    S(RCW,CCL)=S(RCW,CCL)+SMC(J,K)

```

```

IF((J.LE.NCJ).AND.(LEW.LT.CCL))UBW=CCL
1E31 CONTINUE
GC TC 125

```

C
C
C
C
C

.....DECOMPOSICAO DA MATRIZ DE RIGIDEZ

```

103 CALL DBAND(L5C1)
IF(L5C1.EQ.1)GC TC 10C1
LN=C
KR=C
600 LN=LN+1
DC 70 JJJ=1,NAUX
A(JJJ)=C.
AR(JJJ)=0.
70 CONTINUE
DC 146 I=1,M
DC 146 J=1,6
AM(I,J)=0.
146 CONTINUE

```

C
C
C
C
C

.....ACCES APLICADAS NCS NCS

```

IF(IPC.EQ.1)GC TC 775
IF(SN.EQ.1)GC TC 903
IF(LN.EQ.NLS2)GC TC 126
IF(LN.NE.(NLS2-1))GC TC 903
DC 80 J=1,NLS1
READ(INP2,14)K,A(3*K-2),A(3*K-1),A(3*K)
14 FORMAT(I3,2F5.3,F6.5)
WRITE(INP5,5888)K,A(3*K-2),A(3*K-1),A(3*K)
5888 FORMAT(T35,I3,15X,F5.3,7X,F5.3,7X,F5.3,/)
30 CONTINUE
GC TC 700

```

C
C
C
C
C

.....RESOLUCAO DO SISTEMA DE EQUACOES DAS FORÇAS DE INTERACAO

```

126 DC 4746 J=1,NLS1
X1(J)=C.
B(J)=C.
DC 4746 I=1,NLS1
A1(J,I)=C.
4746 CONTINUE
DC 4748 I2=1,NLS1
J2=C
DC 4748 J2=1,NJ
IF(M1(J2).NE.1)GC TC 4748
J3=J2+1
A1(I2,J3)=DES(1,I2,J3)+DES(2,I2,J3)
B(J3)=DES(2,(NLS1+1),J3)
4748 CONTINUE

```



```

      READ(INP2,5905)EPS,MAX
5905  FORMAT(F10,1,I3)
      CALL RFINAL(EPS,MAX)
      WRITE(INP5,1854)
1854  FORMAT(1H1,///,T39,'FORCAS DE INTERACAO APLICADA NCS NCS',///,T36,
      *1NC1,15X,'111',10X,'112',10X,'113',///)
      I4=0
      DO 154 I3=1,NJ
      IF(M1(I3).NE.1)GO TO 154
      I4=I4+1
      K=I3
      WRITE(INP5,1855)K,X1(I4)
1855  FORMAT(T35,I3,15X,'0.C',7X,F5.3,7X,'0.C',//)
      A(NDJ*K-1)=X1(I4)*(-1.C)
154  CONTINUE
      GO TO 700

775  I5=0
      DO 922 I6=1,NJ
      IF(M1(I6).NE.1)GO TO 922
      I5=I5+1
      K=I6
      A(NDJ*K-1)=X1(I5)
922  CONTINUE
      GO TO 700

903  IF(LN.GT.1)GO TO 684
      WRITE(INP5,43)
      43  FORMAT(1H1,///,T49,'ACCES APLICADAS NCS NCS',///,T36,'NC',15X,'A1'
      *,10X,'A2'10X,'A3',///)
684  KR=KR+1
      IF(M1(KR).NE.1)GO TO 684
      A(3*KR-1)=1.C
      WRITE(INP5,15)KR,A(3*KR-2),A(3*KR-1),A(3*KR)
      15  FORMAT(T35,I3,15X,F5.3,7X,F5.3,7X,F5.3,//)
700  DO 128 J=1,NAUX
      IF(PL(J)-0)141,142,141
142  K=J-CRL(J)
      GO TO 128
141  K=N+CRL(J)
128  AD(K)=A(J)

C
C.....FESCLUCAC DO SISTEMA DE EQUACOES
C
C
C      CALL SBAND
C
C
C.....DESLOCAMENTOS NCS NCS
C
C
      J=N+1
      DO 130 JJE=1,NAUX
      JE=NAUX-JJE+1
      IF(RL(JE)-C)131,132,131
132  J=J-1
      CJ(JE)=C(J)
      GO TO 130
131  CJ(JE)=C.
130  CONTINUE

```

```

IF(IPC.NE.1)GC TC 7447
DC 7446 J=1,NAUX
DEJ(J)=DJ(J)
7446 CONTINUE
GC TC 4747
7447 IF(LN.NE.(NLS2-1))(CC TC 987
DC 4118 J=1,NAUX
DDJ(J)=DJ(J)
4118 CONTINUE
IF(LN.NE.NLS2)GC TC 987
3600 DC 4119 J=1,NAUX
DEJ(J)=DJ(J)+DDJ(J)
4119 CONTINUE
WRITE(INP5,5(1))
511 FORMAT(1H1,///,T40,'RESULTADOS - PORTICO 2',///)
4747 WRITE(INP5,44)
44 FORMAT(T49,'DESLOCAMENTOS NOS NOS',///,T36,'NC',2CX,'D1',2CX,'D2',
#2CX,'D3',//)
DC 133 JE=3,NAUX,3
JJE=JE/3
WRITE(INP5,18)JJE,DEJ(JE-2),DEJ(JE-1),DEJ(JE)
18 FORMAT(T35,I3,16X,E14.7,9X,E14.7,8X,E14.7)
133 CONTINUE
IF(IPC.EQ.1)GC TC 927
927 NN=C
DC 161 I=1,NJ
IF(M1(I).NE.1)GC TC 161
NN=NN+1
DES(SN,LN,NN)=D.(NLS*I-1)
161 CONTINUE
IF(SN.EQ.1)GC TC 907
IF(LN.LT.(NLS2-1))CC TC 905

```

C
C
C
C
C

.....ACCES NAS EXTREMICAS DAS BARRAS

```

927 I=C
900 I=I+1
IF(I-M)135,135,134
135 J1=3*JJ(I)-2
J2=3*JJ(I)-1
J3=3*JJ(I)
K1=3*JK(I)-2
K2=3*JK(I)-1
K3=3*JK(I)
SCM2Z=(4.0*E*IZ(I))/L(I)
SCM3Z=(1.5*SCM2Z)/L(I)
SCM4Z=(2.0*SCM3Z)/L(I)
SCM1A=(E*AX(I))/L(I)
SM(1,1)=SCM1A
SM(4,4)=SCM1A
SM(1,4)=-SCM1A
SM(4,1)=-SCM1A
SM(2,2)=SCM4Z
SM(5,5)=SCM4Z
SM(2,5)=-SCM4Z
SM(5,2)=-SCM4Z

```

```

SM(2,3)=SCM3Z
SM(3,2)=SCM2Z
SM(2,6)=SCM3Z
SM(6,2)=SCM3Z
SM(5,6)=-SCM3Z
SM(6,5)=-SCM3Z

SM(3,3)=SCM2Z
SM(3,5)=-SCM3Z
SM(5,3)=-SCM3Z
SM(6,6)=SCM2Z
SM(3,6)=SCM2Z/2.C
SM(6,3)=SCM2Z/2.C
DC 136 K=1,AUNDJ
DC 136 J=1,ANDJ
SMR(J,3*K-2)=SM(J,3*K-2)*R(I,1)+SM(J,3*K-1)*R(I,4)+SM(J,3*K)*R(I,7
*)
SMR(J,3*K-1)=SM(J,3*K-2)*R(I,2)+SM(J,3*K-1)*R(I,5)+SM(J,3*K)*R(I,8
*)
SMR(J,3*K)=SM(J,3*K-2)*R(I,3)+SM(J,3*K-1)*R(I,6)+SM(J,3*K)*R(I,9)
136 CONTINUE
DC 137 J=1,6
AMD(J)=SMR(J,1)*DJ(J1)+SMR(J,2)*DJ(J2)+SMR(J,3)*DJ(J3)+SMR(J,4)*DJ
*(K1)+SMR(J,5)*DJ(K2)+SMR(J,6)*DJ(K3)
AM(I,J)=AM(I,J)+AMD(J)
IF(LN.EG.(NLS2-1))AMPL(I,J)=AM(I,J)
137 CONTINUE
C
C
C.....REACCES DE APCIC
C
C
IF(RL(J1).EG.1)AR(J1)=AF(J1)+R(I,1)*AMD(1)+R(I,4)*AMD(2)+R(I,7)*AM
*D(3)
IF(RL(J2).EG.1)AR(J2)=AF(J2)+R(I,2)*AMD(1)+R(I,5)*AMD(2)+R(I,8)*AM
*D(3)
IF(RL(J3).EG.1)AR(J3)=AF(J3)+R(I,3)*AMD(1)+R(I,6)*AMD(2)+R(I,9)*AM
*D(3)
IF(RL(K1).EG.1)AR(K1)=AF(K1)+R(I,1)*AMD(4)+R(I,4)*AMD(5)+R(I,7)*AM
*D(6)
IF(RL(K2).EG.1)AR(K2)=AF(K2)+R(I,2)*AMD(4)+R(I,5)*AMD(5)+R(I,8)*AM
*D(6)
IF(RL(K3).EG.1)AR(K3)=AF(K3)+R(I,3)*AMD(4)+R(I,6)*AMD(5)+R(I,9)*AM
*D(6)
GC TC SCC
134 IF(IPC.NE.1)GC TC 634
C
C
C.....IMPRESSAO DOS RESULTADOS
C
C
WRITE(INP5,4201)
4201 FORMAT(1F1,///,T49,'ESFORÇOS NAS EXTREMIDADES DAS BARRAS',///,T19,
*'BARRA', 7X,'AM1',13X,'AM2',13X,'AM3',13X,'AM4',13X,'AM5',13X,'AM6
*',///)
DC 3119 I=1,M
WRITE(INP5,4114)I,(AM(I,J),J=1,6)
4114 FORMAT(T20,I3,5X,E14.7,2X,E14.7,2X,E14.7,2X,E14.7,2X,E14.7,2X,E14
*.7)

```

```

3119 CONTINUE
    GO TO 905
(34 IF(LN.NE.NLS2)GO TO 905
    DO 1395 I=1,M
    DO 1395 J=1,6
        AM(I,J)=AM(I,J)+AAR(I,J)
1395 CONTINUE
    WRITE(INF5,4200)
4200 FORMAT(1F1,///,T49,'ESFORCCS NAS EXTREMICADES DAS BARRAS',///,T19,
    *'BARRA', 7X,'AM1',13X,'AM2',13X,'AM3',13X,'AM4',13X,'AM5',13X,'AM6
    *',///)
    DO 1396 I=1,M
        WRITE(INF5,5127)I,(AM(I,J),J=1,6)
5127 FORMAT(T20,I3,5X,E14.7,2X,E14.7,2X,E14.7,2X,E14.7,2X,E14.7,2X,E14
    *.7)
1398 CONTINUE
    905 IF(IPC.EQ.1)GO TO 7999
        IF(LN.LT.(NLS2-1))GO TO 907
        IF(LN.NE.(NLS2-1))GO TO 7999
        DO 4117 J=1,NAUX
            AAR(J)=0.
4117 CONTINUE
    GO TO 8999
7999 WRITE(INF5,22)
    22 FORMAT(1F1,///,T39,'REACCES DE APCIC',///,T19,'NC',2CX,'AR1',2CX,'
    *AR2',2CX,'AR3',///)
8999 DO 139 K=1,NAUX
    MRL=RL(K)
    IF(MPL.EQ.1)AR(K)=JF(K)-A(K)
    IF(MRL.EQ.1.AND.LN.EC.NLS2)AR(K)=AR(K)+AAR(K)
    IF(MRL.EQ.1.AND.LN.EC.(NLS2-1))AAR(K)=AR(K)
139 CONTINUE
    IF(IPC.EQ.1)GO TO 7979
    IF(LN.NE.NLS2)GO TO 907
7979 DO 140 KE=3,NAUX,2
    IF(RL(KE-2).EQ.1)GO TO 147
    IF(RL(KE-1).EQ.1)GO TO 147
    IF(RL(KE).EQ.1)GO TO 147
    GO TO 140
147 KKE=KE/2
    WRITE(INF5,23)KKE,AR(KE-2),AR(KE-1),AR(KE)
    23 FORMAT(T18,I3,17X,E14.7,9X,E14.7,9X,E14.7,///)
140 CONTINUE
907 IF(IPC.EQ.1)GO TO 921
    IF(SN.EQ.1)NLS=NLS1
    IF(SN.EQ.2)NLS=NLS2
    IF(LN.LT.NLS)GO TO 600
    IF(SN.EQ.2)GO TO 908
    GO TO 902
1001 WRITE(INF5,24)
    24 FORMAT(/,5X,'NAC EXECUTAVEL',//)
    GO TO 921

```

```

C
C
C.....CACCS PARA RESULTACCS DC PERTICCO 1
C
C
C08 N=MA

```

```

E=EE
NR=MNR
NRJ=MNRJ
NJ=MNJ
N=YM
NAUX=N+NR
DC 940 J=1,NJ
Y(J)=0.
X(J)=0.
940 CONTINUE
DC 941 J=1,M
JJ(J)=C
JK(J)=C
AX(J)=C.
IZ(J)=0.
941 CONTINUE
DC 942 J=1,NAUX
CRL(J)=C
RL(J)=0
942 CONTINUE
DC 916 K=1,NJ
J=JX(K)
Y(J)=YY(J)
X(J)=XX(J)
MI(J)=MMI(J)
916 CONTINUE
DC 917 K=1,M
I=II(K)
JK(I)=NJK(I)
JJ(I)=NJJ(I)
AX(I)=AAX(I)
IZ(I)=IIZ(I)
917 CONTINUE
DC 918 K=1,NJ
KH=K*3
RL(KH-2)=RRL(KH-2)
RL(KH-1)=RRL(KH-1)
RL(KH)=RRL(KH)
918 CONTINUE
IPC=1
WRITE(IMP5,512)
512 FORMAT(1F1,///,I4C,'RESULTACCS - PORTICC 1',///)
GO TO 913
921 CALL EXIT
END

```

CAPÍTULO III

III-1) Exemplo 1

O programa anteriormente apresentado foi processado para a estrutura mostrada na figura (III-1-01) com altura igual a 27,0m, igualmente dividida em nove andares, com pés-direito igual a 3,0m, e submetida a um carregamento uniforme, no plano Π , igual a 1,44 tf/m.

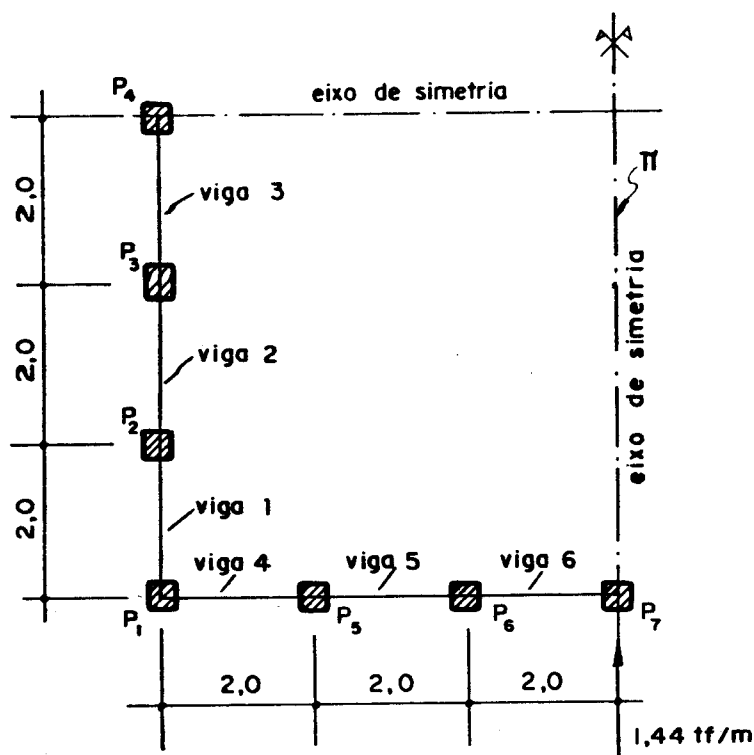


Fig.(III-1-01) - Planta Parcial do Edifício

A planta parcial do edifício, mostrada na figura (III-1-01) apresenta as distâncias expressas em metros.

Todas as vigas e pilares da estrutura apresentam seções constantes de 20cm x 40cm e 30cm x 30cm, respectivamente. O módulo de elasticidade longitudinal E foi adotado igual a 200 tf/cm².

A carga concentrada aplicada ao nível dos andares é obtida pela expressão:

$$F = q \times h \quad \dots(\text{III-01})$$

sendo q a carga resultante distribuída contida no plano yz , e h a altura do andar.

Devido à simetria, o valor de F deverá ser dividido por quatro e para o andar do topo do edifício F' será igual a $\frac{F}{2}$.

Os pilares situados nos eixos de simetria deverão ter suas áreas e momentos de inércia divididos por dois.

Os números dos nós referenciados na impressão dos resultados são mostrados na figura (III-1-03) e os das barras dentro de circunferências. Devido à simetria existente na estrutura, à geometria desta, e para facilitar a entrada de dados no computador, os pórticos (1) e (2) apresentam a mesma numeração para nós e barras.

Nesta análise, o pilar de interseção dos pórticos P_1 (ver fig. (III-1-01)); deverá ter a sua área arbitrariamente dividida entre os pórticos (1) e (2) em quinhões A_1 e A_2 de modo que a área total do pilar seja $A = A_1 + A_2$. Os momentos de inércia deste pilar são os reais momentos de inércia correspondentes à cada um dos pórticos.

Neste exemplo, foi adotado para cada quinhão de área, metade da área total do pilar.

Os resultados obtidos são apresentados na forma de gráficos e tabelas, sendo os valores comparados com os resultados obtidos por ANTUNES, H.M.C.C. (4).

Os valores obtidos na impressão dos resultados obedecem a seguinte convenção de sinais:

As translações dos nós são positivas quando possuem os sentidos dos eixos de coordenadas globais. As rotações dos nós são positivas quando no sentido anti-horário.

As reações de apoio possuem a mesma convenção de valores positivos do parágrafo anterior.

Os sentidos positivos para os esforços são os indicados na Fig. (III-1-02) a seguir.

Para os gráficos e tabelas, serão considerados

positivos:

- a) Forças Cortantes quando giram em torno dos elementos no sentido horário
- b) Forças Normais quando causam tração na barra
- c) Deslocamentos δ_x quando concordantes com o sentido positivo do respectivo eixo.

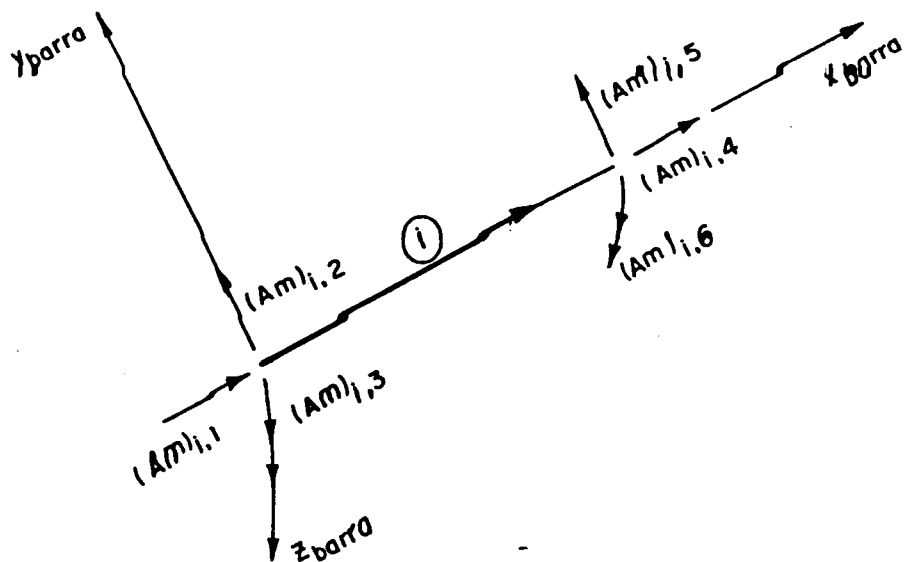


Fig. (III-1-02) - Direções e sentidos positivos dos esforços em uma barra (i)

Os valores dos esforços apresentados permitem, com algumas hipóteses simplificadoras (por exemplo: momento nulo nos pontos médios das vigas e pilares), calcular todos os demais esforços internos.

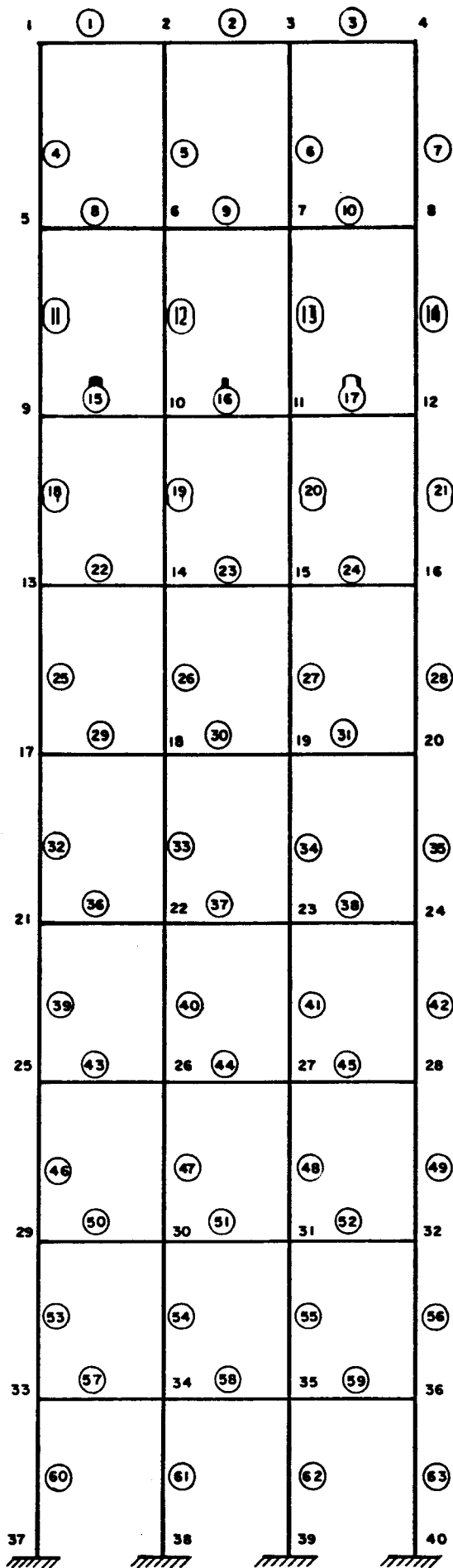


Fig. (III-1-03) - Esquema de numeração dos nós e barras dos pórticos (1) e (2)

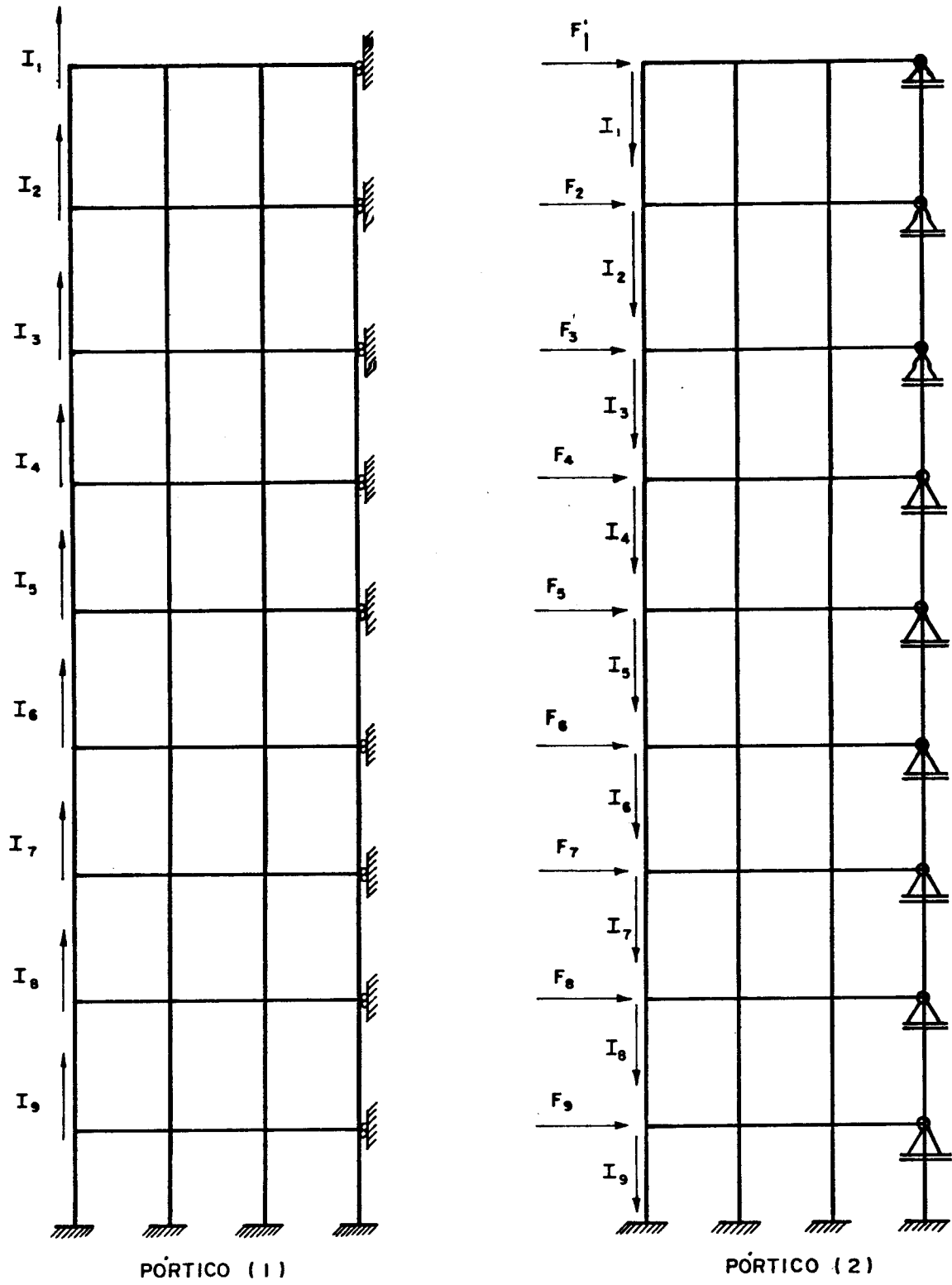


Fig. (III-1-04) - Elevações com os esquemas de carregamento dos p \tilde{o} rticos (1) e (2)

RESULTADOS:

FORÇAS CORTANTES DAS VIGAS 1

Nº da barra	andar	Q (tf)
1	9	-0,0993
8	8	0,2226
15	7	0,8220
22	6	1,4163
29	5	2,0194
36	4	2,6439
43	3	3,3097
50	2	4,0204
57	1	4,6913

FORÇAS CORTANTES DAS VIGAS 2

Nº da barra	andar	Q (tf)
2	9	0,2736
9	8	0,6700
16	7	1,1661
23	6	1,6883
30	5	2,2070
37	4	2,7125
44	3	3,1923
51	2	3,6290
58	1	3,7548

FORÇAS CORTANTES DAS VIGAS 3

Nº da barra	andar	Q (tf)
3	9	0,2843
10	8	0,7423
17	7	1,2223
24	6	1,7195
31	5	2,2105
38	4	2,6926
45	3	3,1644
52	2	3,6164
59	1	3,8526

FORÇAS CORTANTES DAS VIGAS 4

Nº da barra	andar	Q (tf)
1	9	-0,2916
8	8	0,4922
15	7	0,5166
22	6	0,5540
29	5	0,5812
36	4	0,5849
48	3	0,5491
50	2	0,4550
57	1	0,2800

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 5

Nº da barra	andar	Q (tf)
2	9	0,09418
9	8	0,1740
16	7	0,1562
23	6	0,1319
30	5	0,1026
37	4	0,06981
44	3	0,03611
51	2	0,0064
58	1	-0,0095

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 6

Nº da barra	andar	Q (tf)
3	9	0,0026
10	8	0,0258
17	7	0,0228
24	6	0,0189
31	5	0,0147
38	4	0,0107
45	3	0,0076
52	2	0,0057
59	1	0,0048

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 1

Nº da barra	andar	N do pórtico 2	N do pórtico 1	N (tf)
4	9	-0,1955	-0,1954	-0,3909
11	8	-0,33027	-0,33024	-0,66051
18	7	-0,1775	-0,1775	-0,355
25	6	0,2536	0,2536	0,5072
32	5	0,9727	0,9726	1,9448
39	4	2,0021	2,0021	4,0042
46	3	3,3822	3,3822	6,7644
53	2	5,1648	5,1648	10,3296
60	1	7,3704	7,3704	14,6808

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 2

Nº da barra	andar	N (tf)
5	9	0,3728
12	8	0,8204
19	7	1,1645
26	6	1,4365
33	5	1,6224
40	4	1,6929
47	3	1,5756
54	2	1,1843
61	1	0,2479

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 3

Nº da barra	andar	N (tf)
6	9	0,01076
13	8	0,083
20	7	0,1392
27	6	0,1704
34	5	0,1738
41	4	0,1539
48	5	0,1261
55	2	0,1134
62	1	0,2111

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 5

Nº da barra	andar	N (tf)
5	9	0,1973
12	8	0,5155
19	7	0,8760
26	6	1,2982
33	5	1,7776
40	4	2,2922
47	3	2,8055
54	2	3,2543
61	1	3,5439

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 6

Nº da barra	andar	N (tf)
6	9	0,1973
13	8	0,2398
20	7	0,3733
27	6	0,4862
34	5	0,5742
41	4	0,6333
48	3	0,6618
55	2	0,6625
62	1	0,6482

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 7

Nº da barra	andar	N (tf)
7	9	0,0026
14	8	0,0284
21	7	0,0512
28	6	0,0702
35	5	0,0849
42	4	0,0956
49	3	0,1032
56	2	0,1089
63	1	0,1137

DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS

Andar	D (m)
9	0,033
8	0,0323
7	0,0308
6	0,0284
5	0,0254
4	0,0215
3	0,0168
2	0,0115
1	0,0055

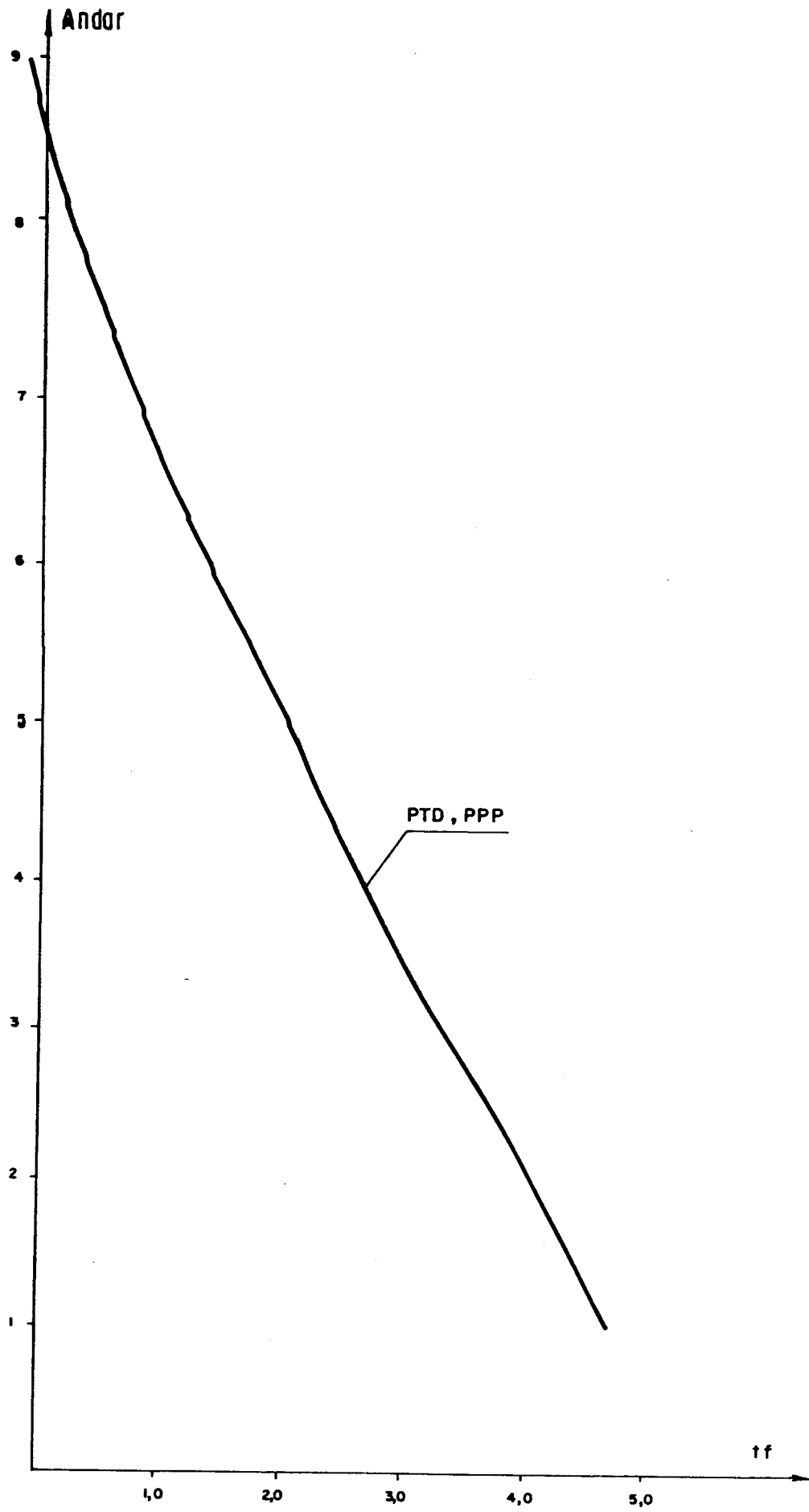


FIG. (III-1-05) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 1

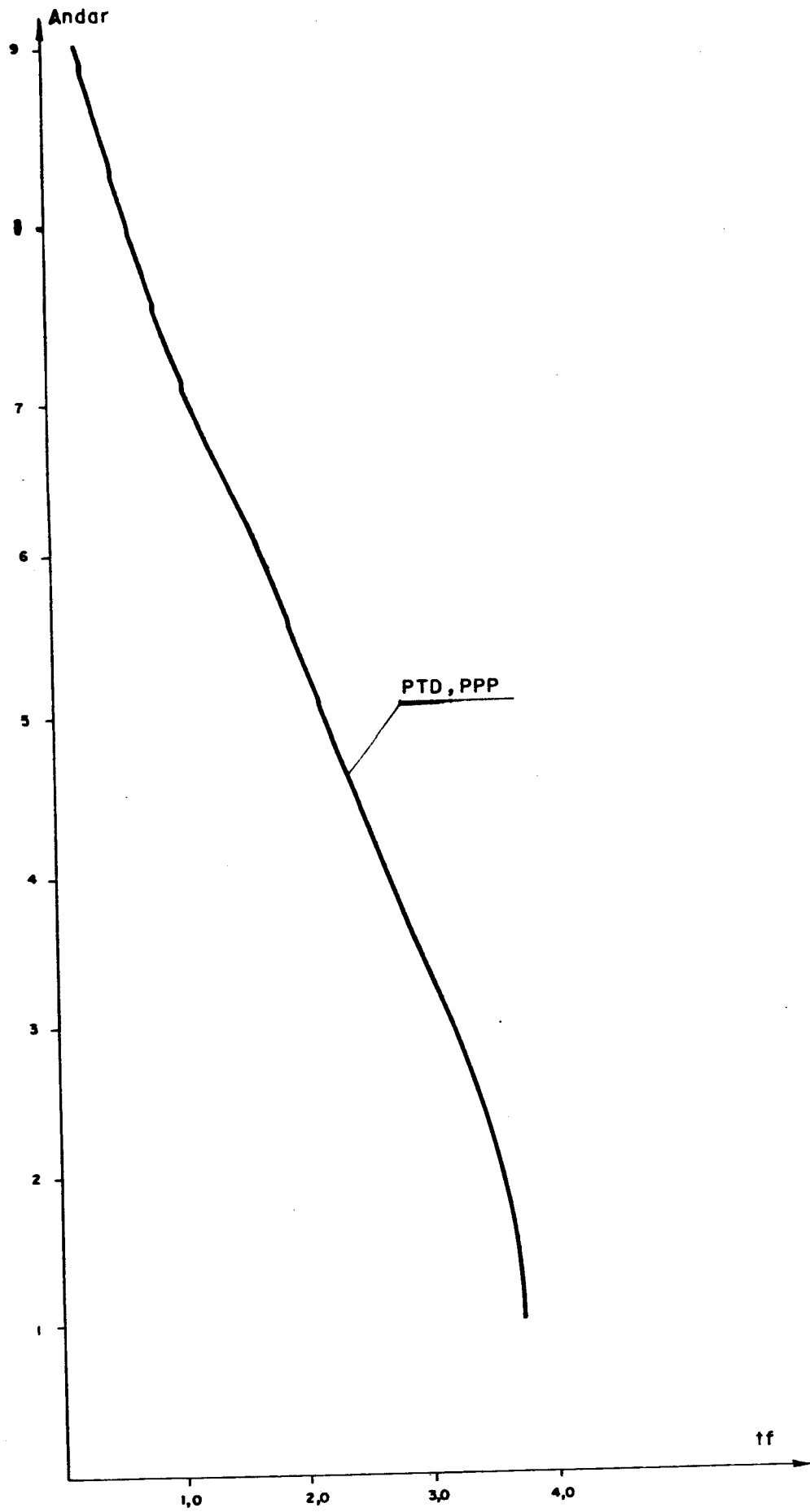


FIG.(III-1-06) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 2

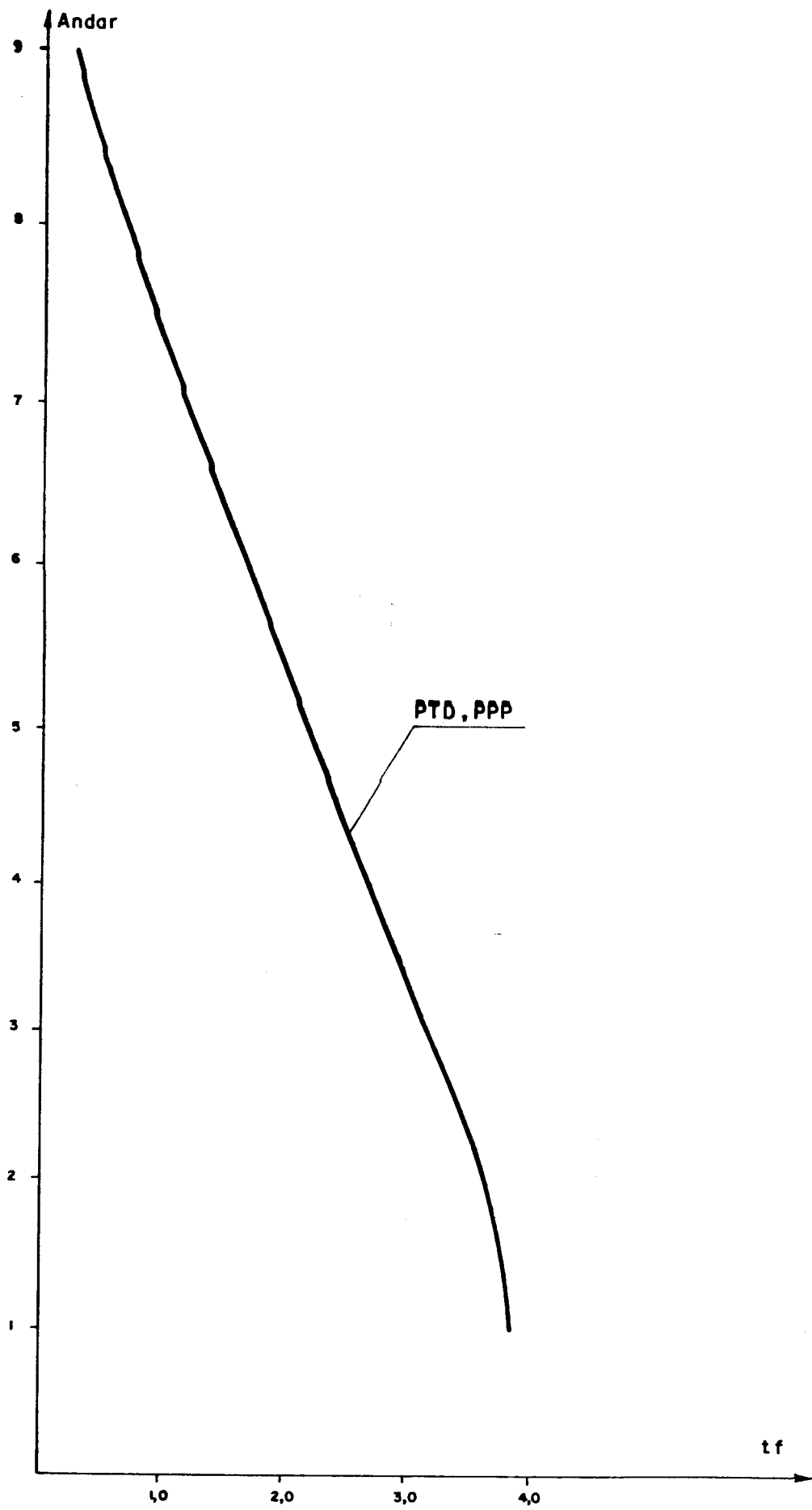


FIG. (III-1-07) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 3

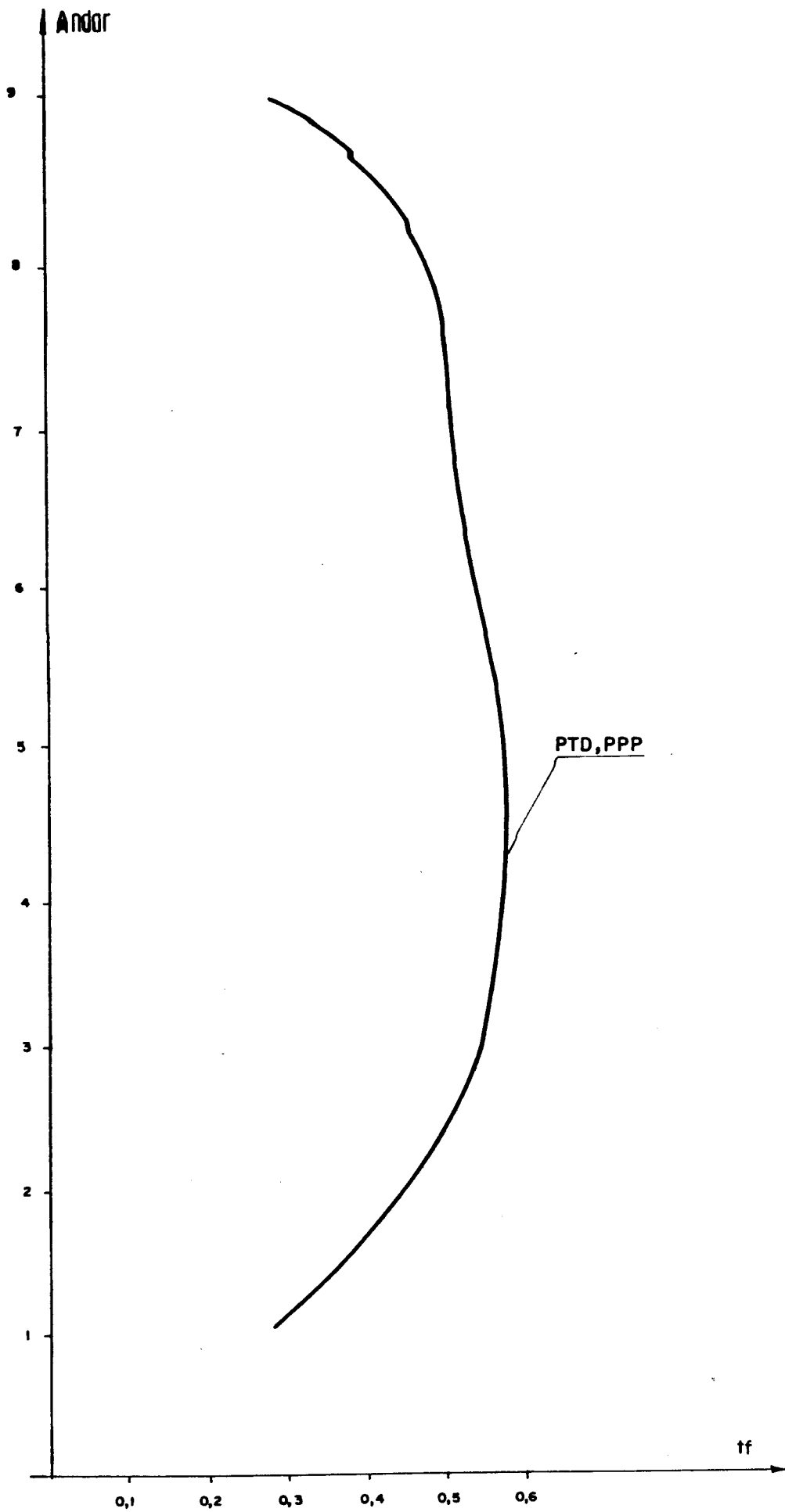


FIG.(III-1-08) — FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 4

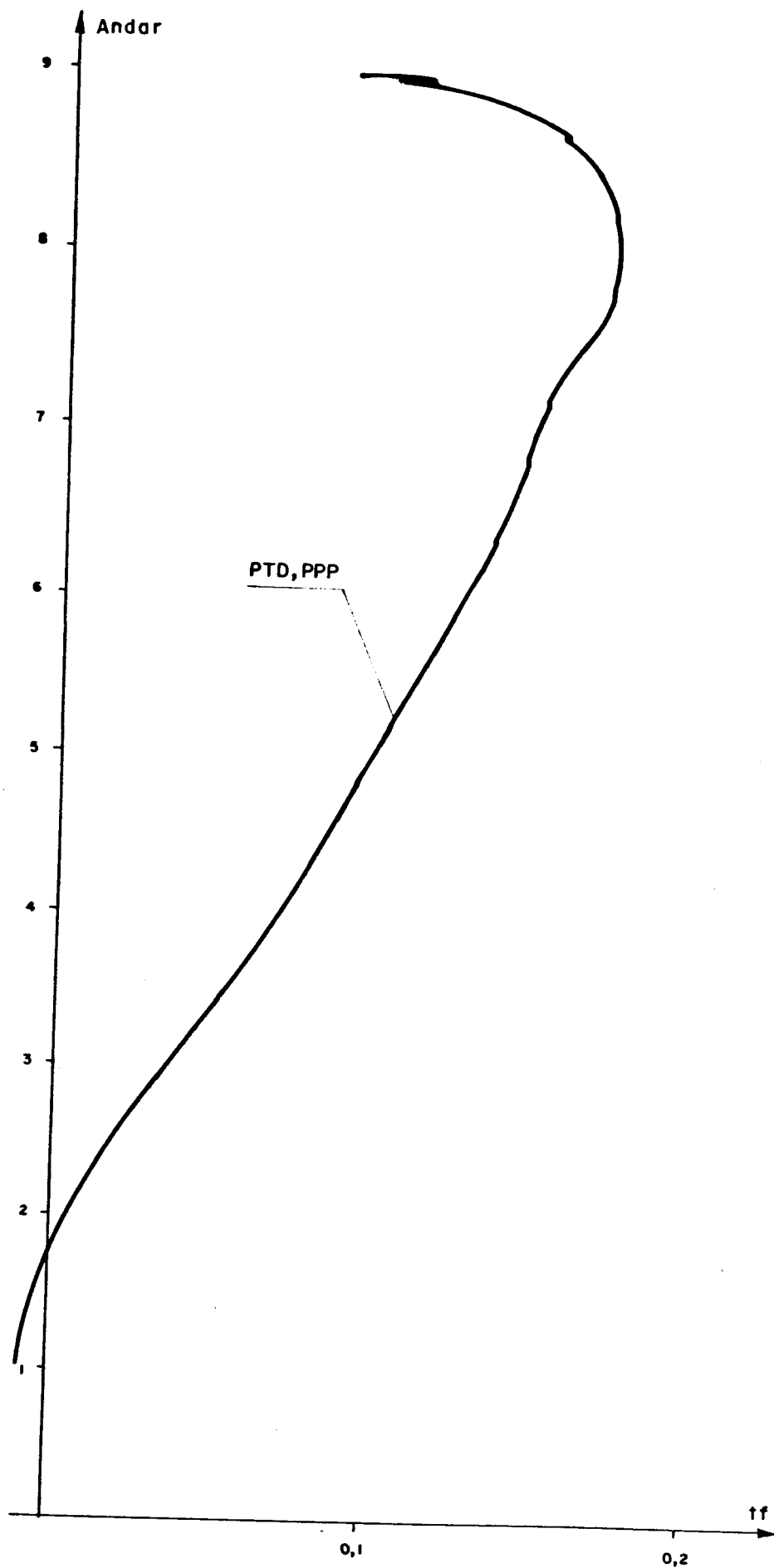


FIG.(III-1-09) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 5

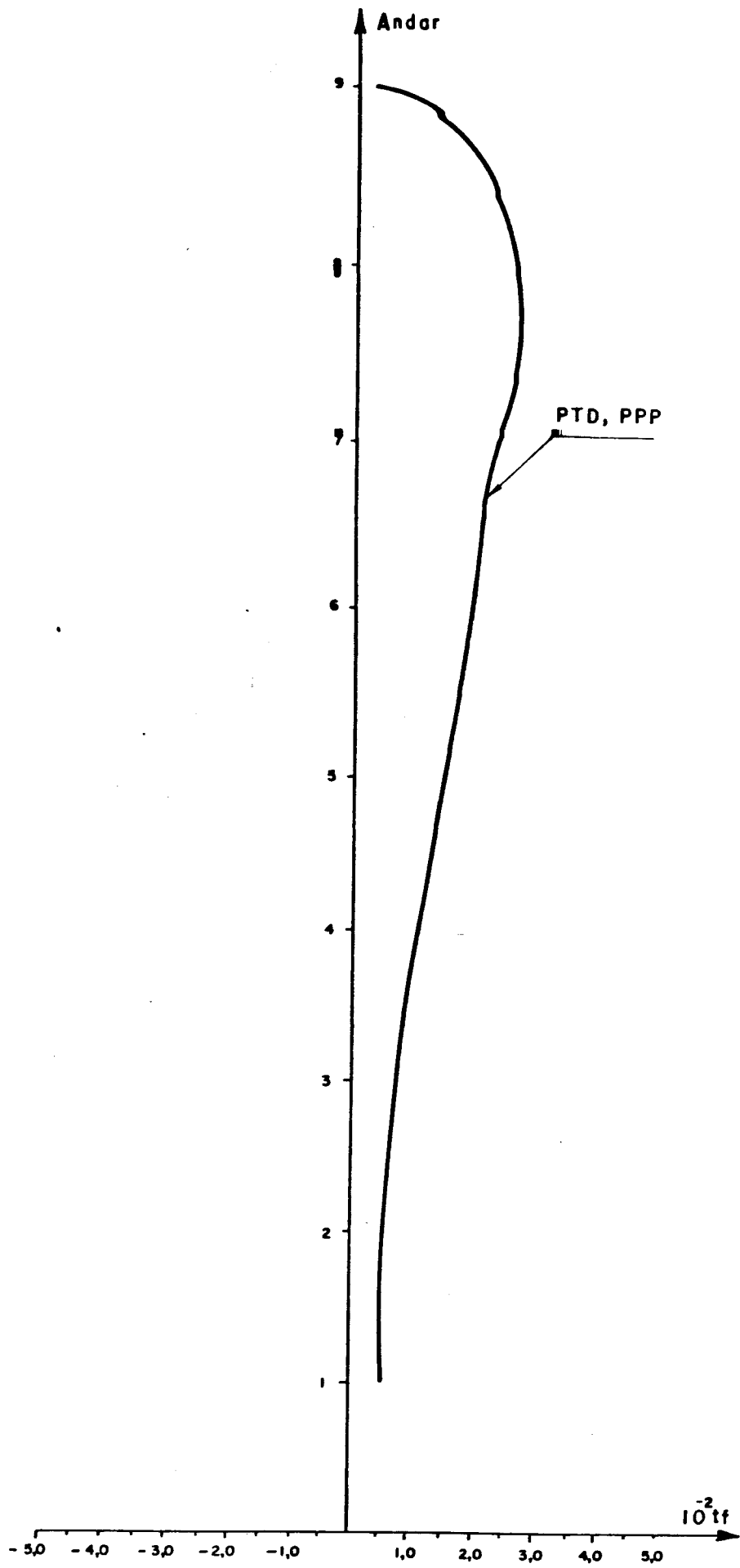


FIG.(III-1-10) FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 6

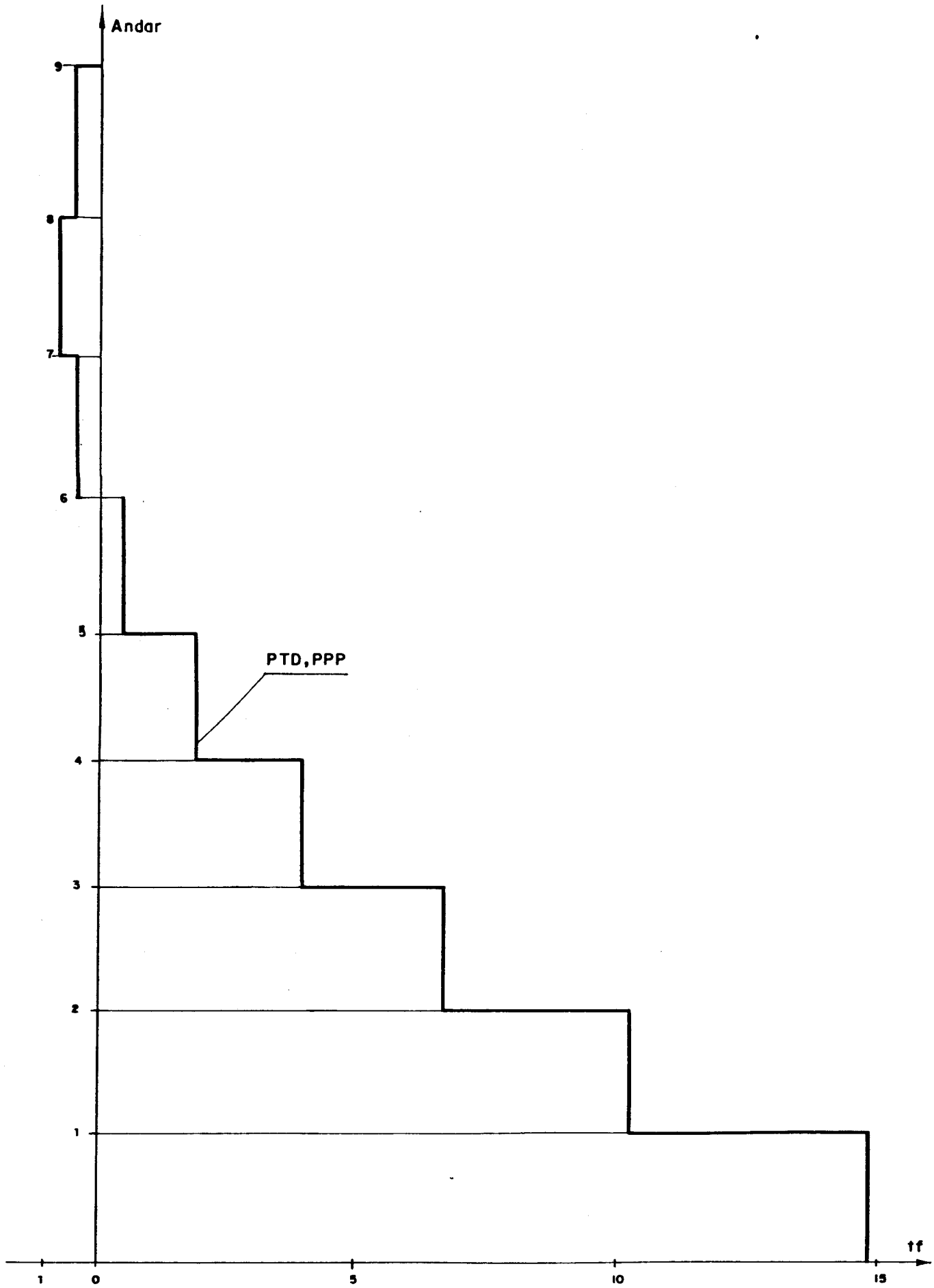


FIG.(III-1-11) — FORÇAS NORMAIS NO PILAR 1

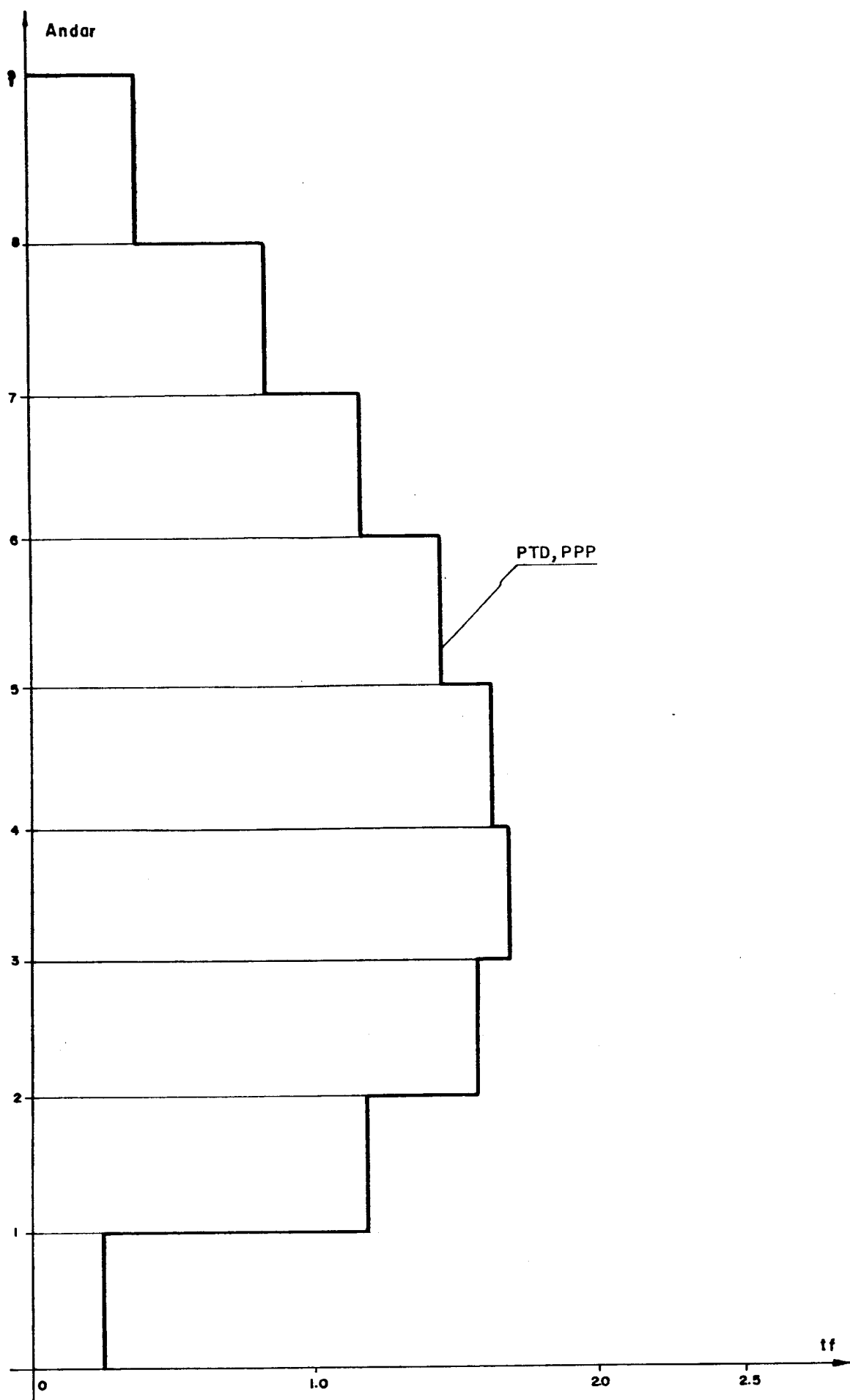


FIG.(III-1-12) — FORÇAS NORMAIS NO PILAR 2

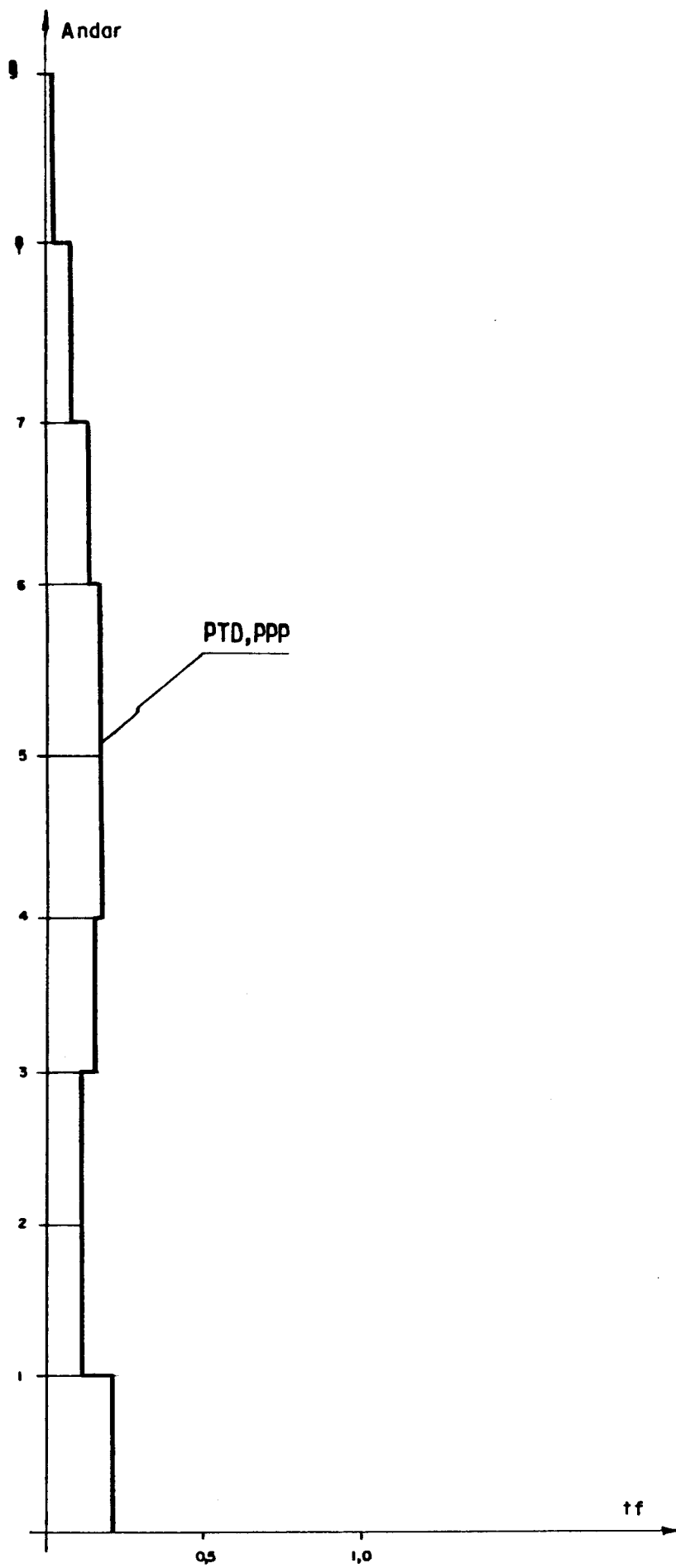


FIG.(III-1-13) - FORÇAS NORMAIS NO PILAR 3

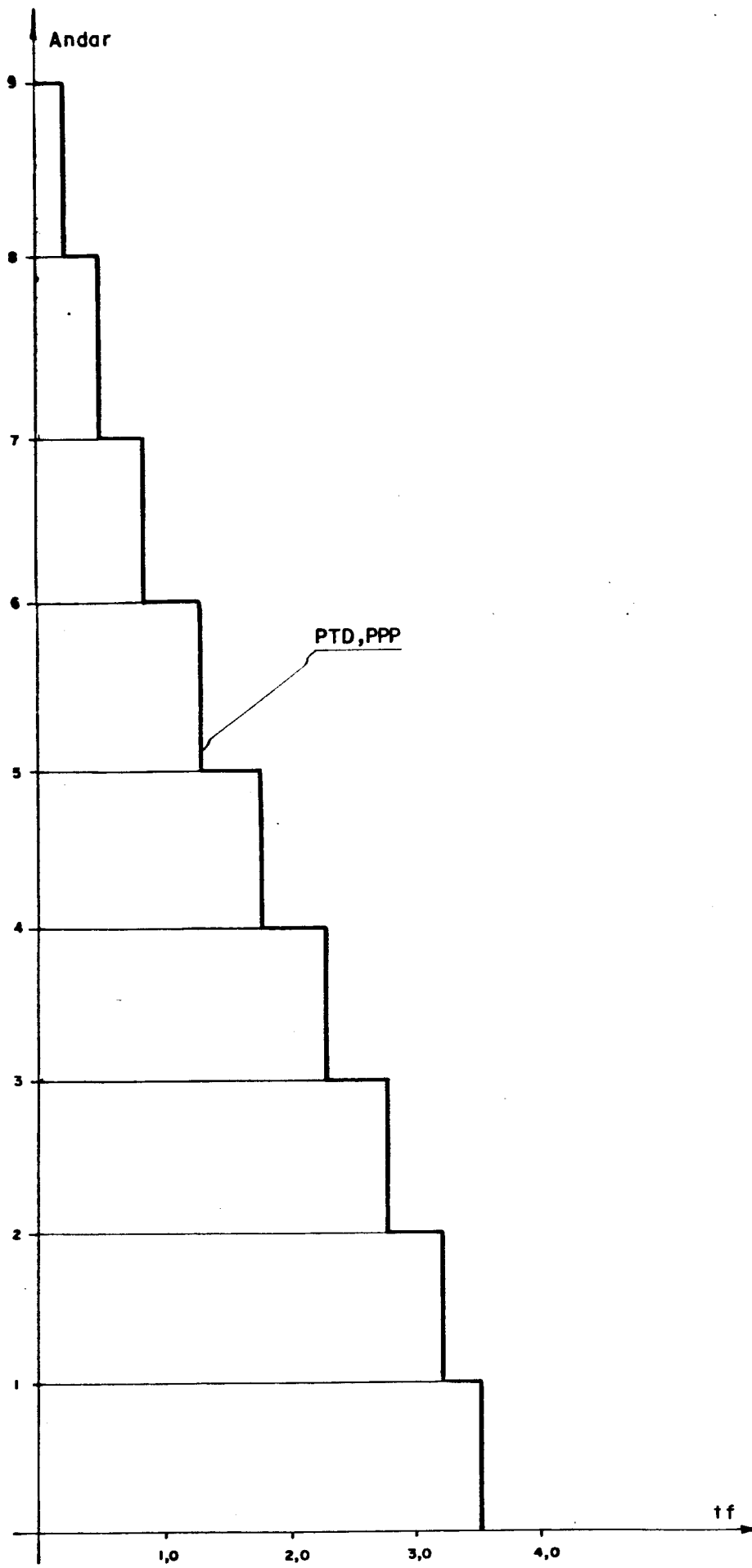


FIG. (III-1-14) - FORÇAS NORMAIS NO PILAR 5

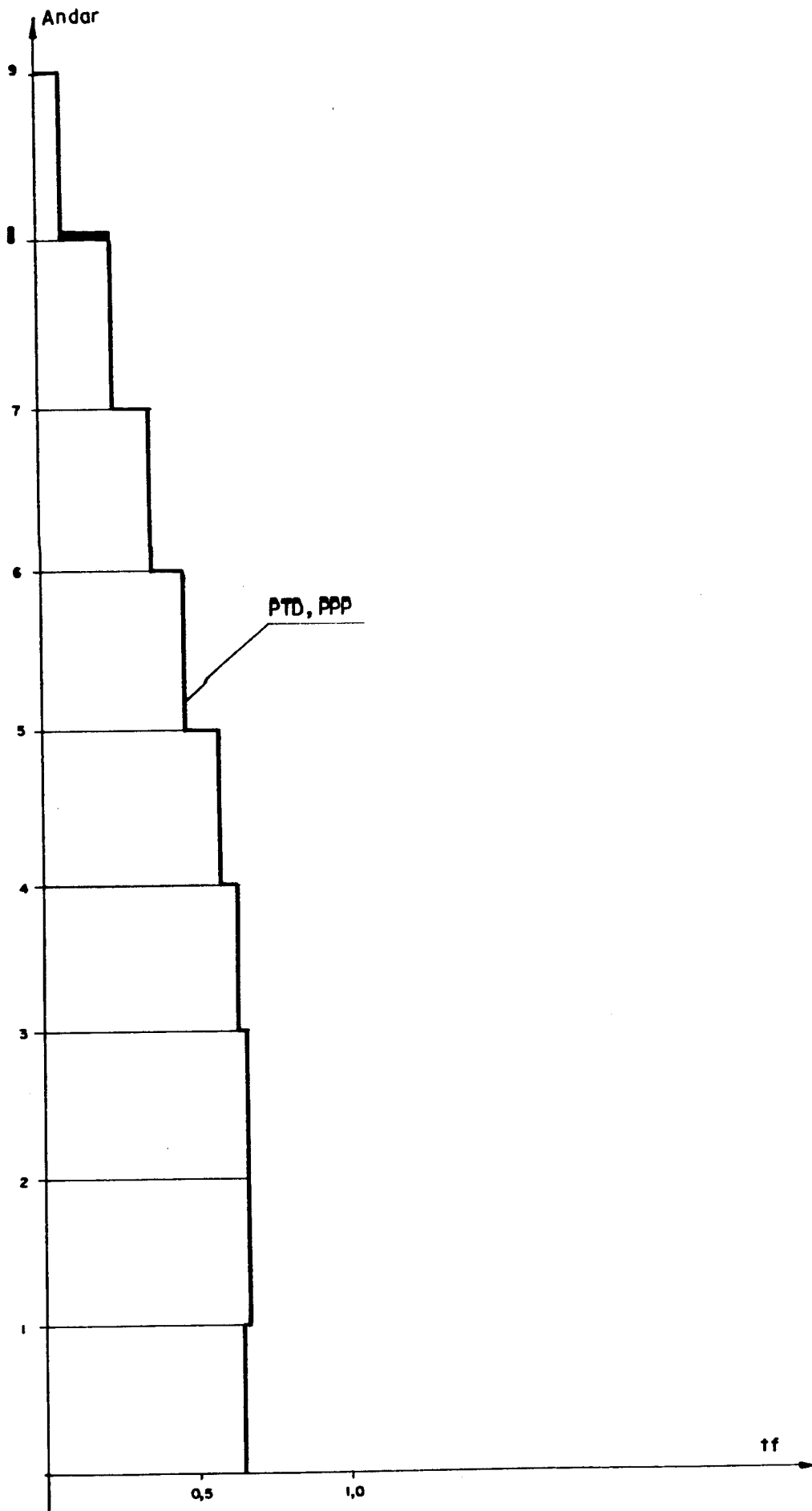


FIG.(III-1-15) - FORÇAS NORMAIS NO PILAR 6

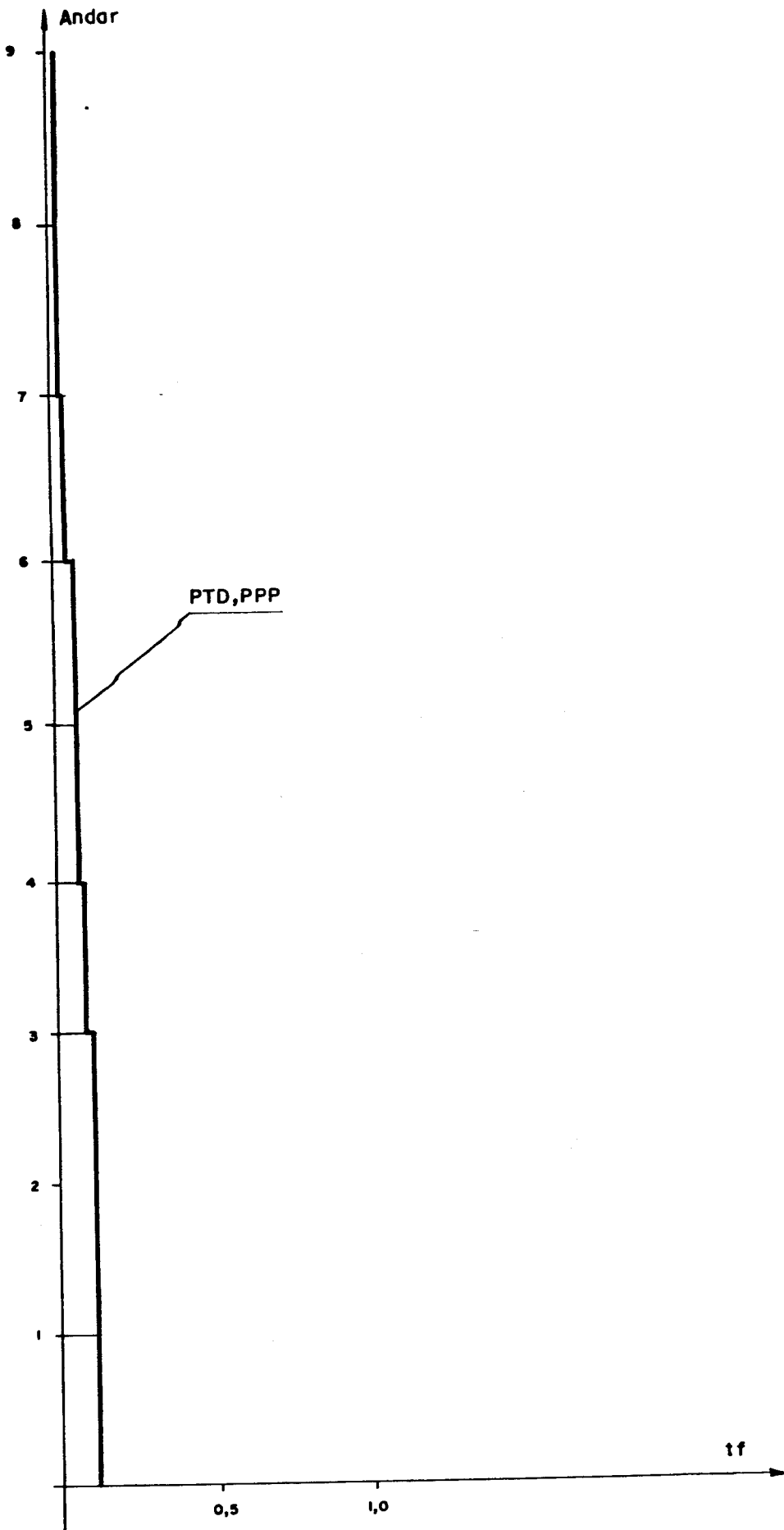


FIG.(III-1-16) — FORÇAS NORMAIS NO PILAR 7

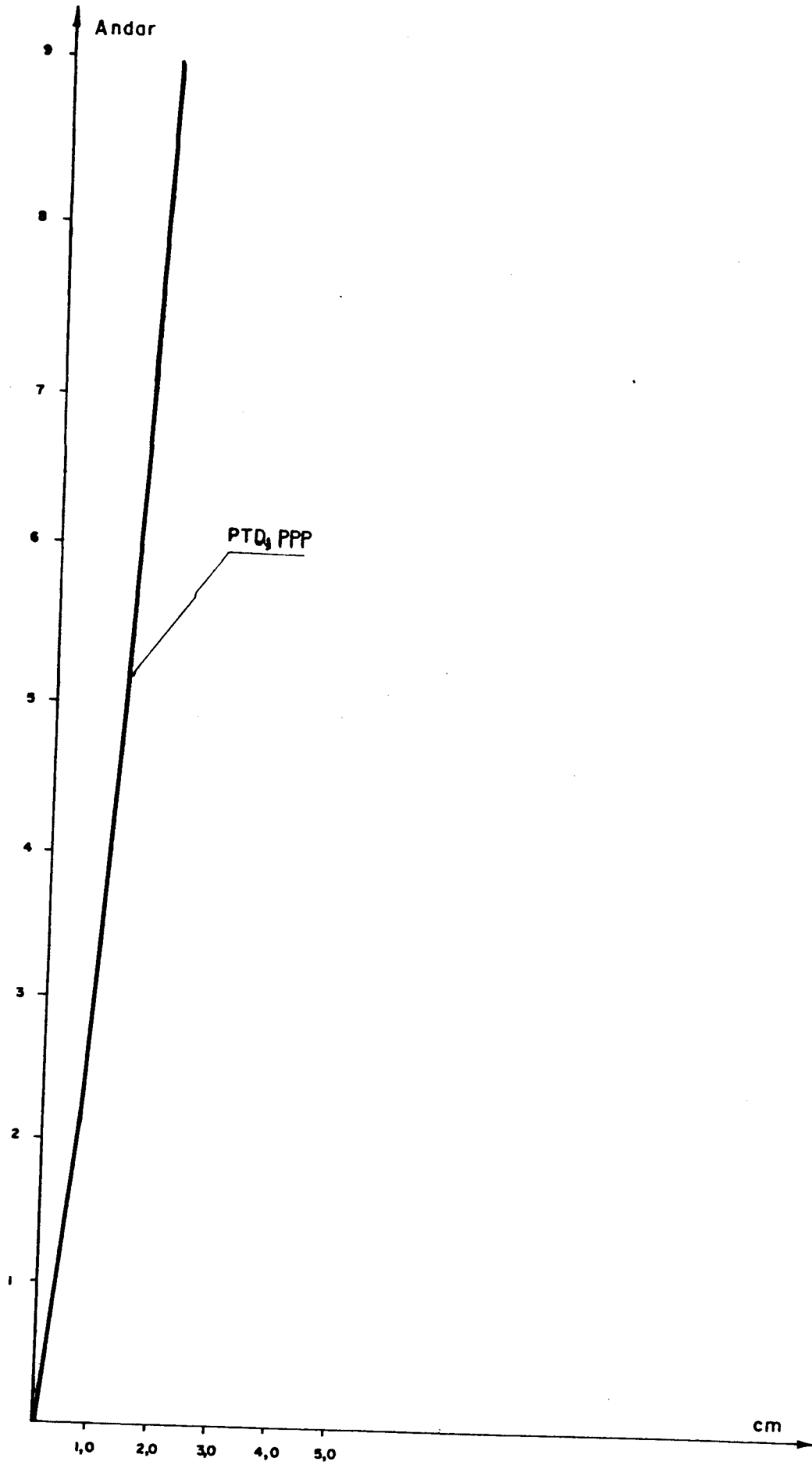
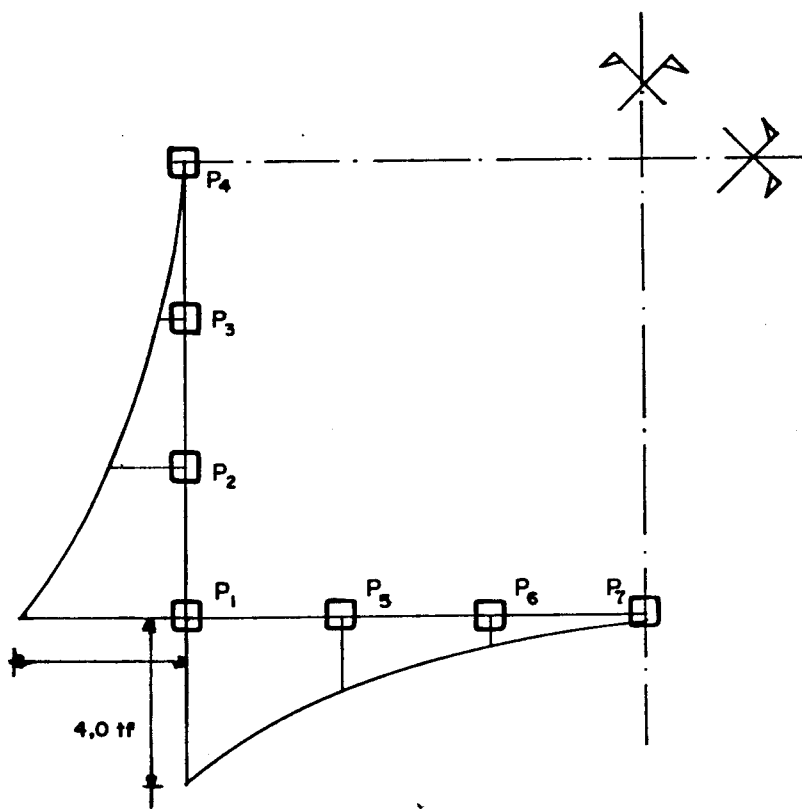
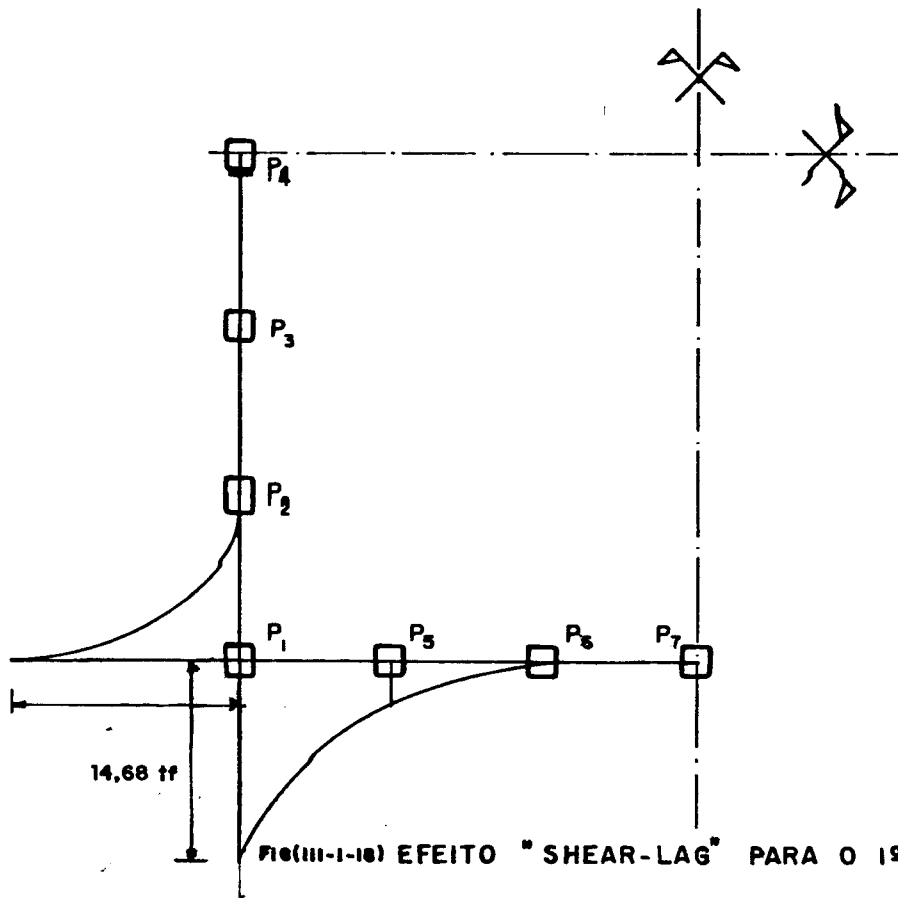


FIG. (III-1-17) — DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS



III-2) Exemplo 2

A figura (III-2-01) mostra a planta de um edifício tubular com vinte e nove andares de 3,0m de pé direito. Todas as vigas e pilares são de seção constante iguais a 0,20m x 0,50m e 0,50m x 0,50m, respectivamente, apresentando $E = 200.000 \text{ kgf/cm}^2$.

A estrutura está sujeita a uma carga aplicada no plano Π igual a 2,43 tf/m, portanto, as cargas concentradas aplicada ao nível dos andares será igual a $F = 1,8225 \text{ tf}$ e para o andar do topo $F' = 0,911 \text{ tf}$. As distâncias estão expressas em metros.

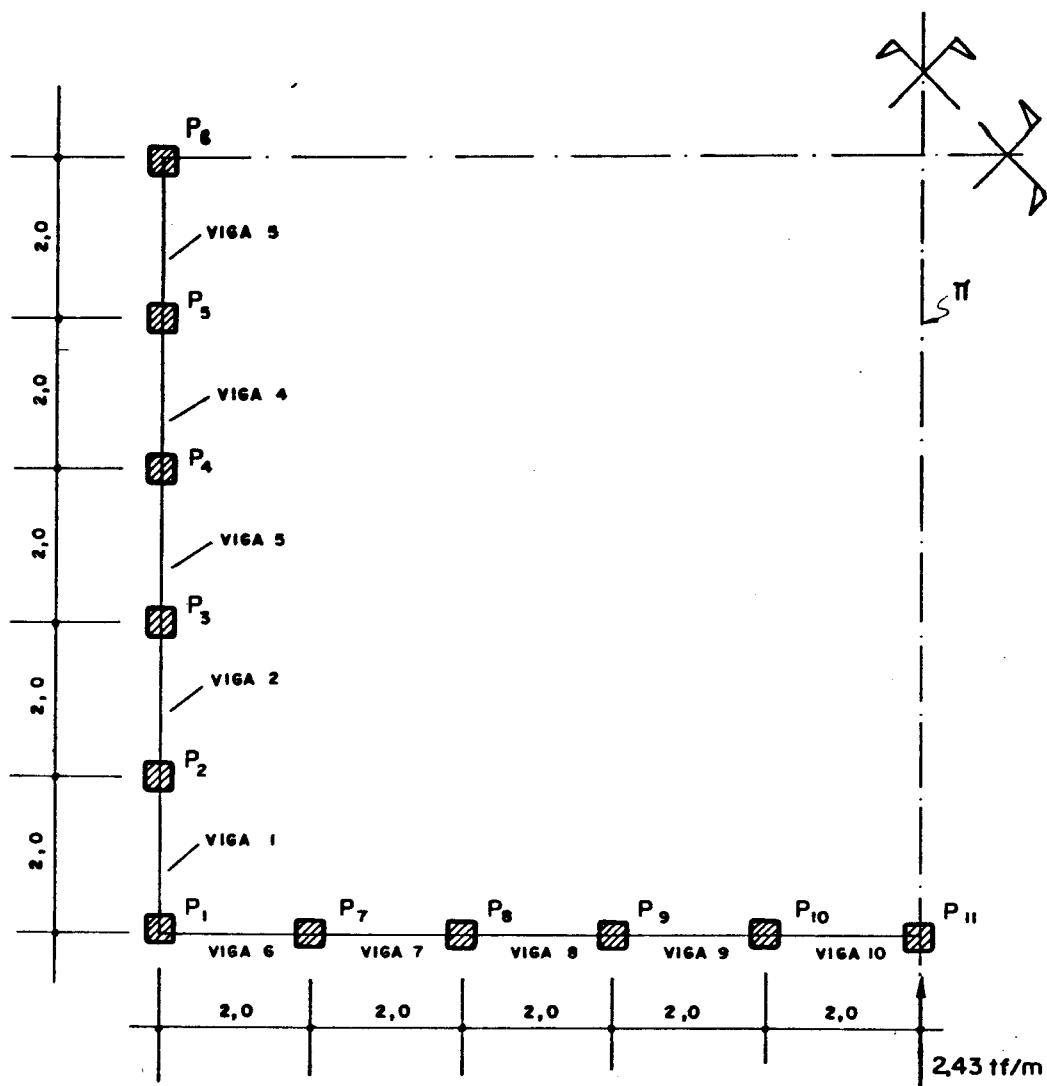


Fig. (III-2-01) - Planta Parcial do Edifício

A numeração das barras e nós referenciados na impressão dos resultados é mostrada na fig. (III-2-02). Os nós estão representados por algarismos arábicos e as barras por números dentro de pequenos círculos.

Os pórticos (1) e (2) obedecem a mesma numeração.

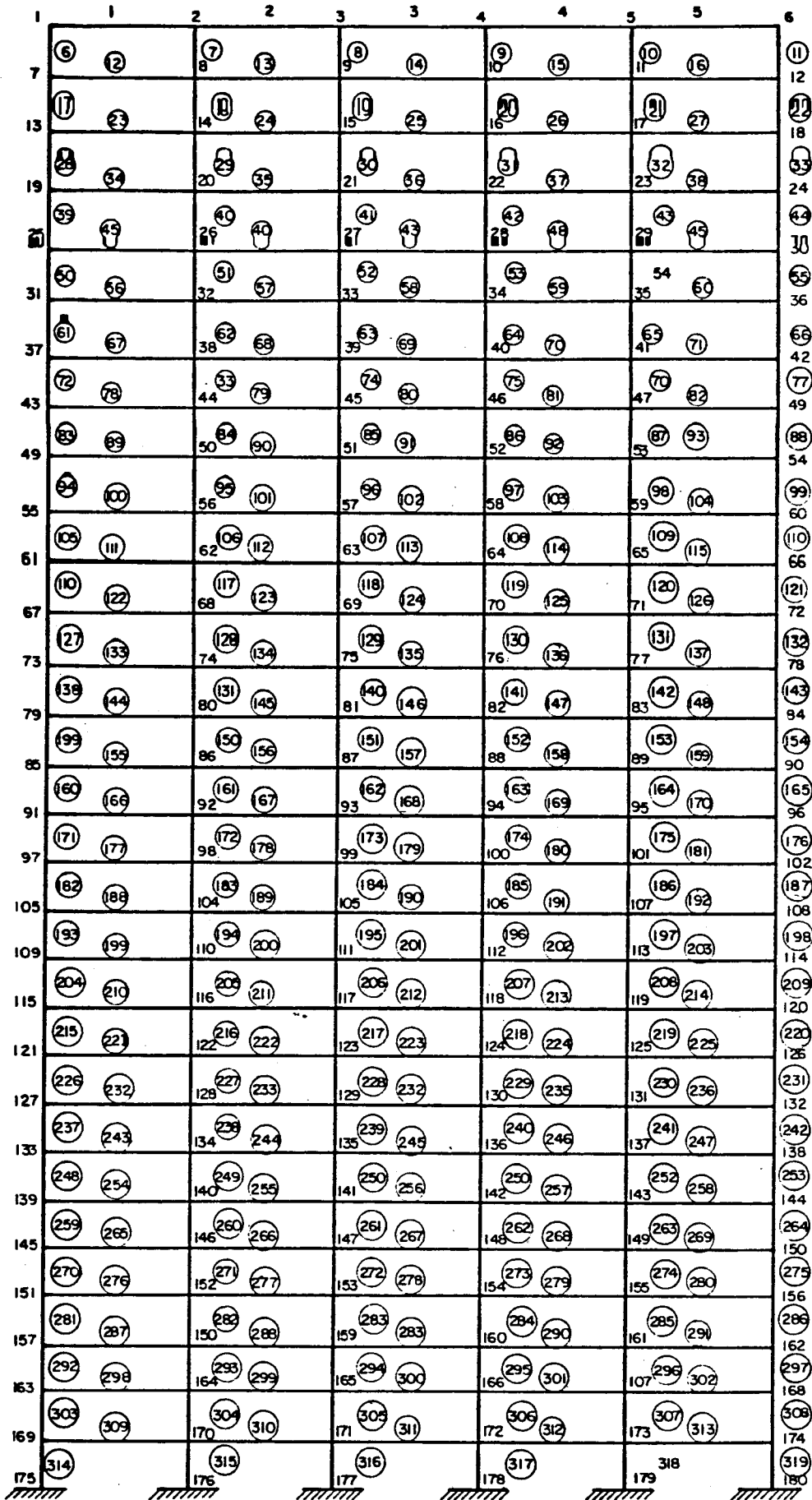


FIG. (III - 2-02) — ESQUEMA DE NUMERAÇÃO DOS NÓS E BARRAS PARA OS PORTICOS (1) E (2)

RESULTADOS:

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 1

Nº da barra	Andar	N (tf)
6	29	-0,99
17	28	-2,40
28	27	-3,54
39	26	-4,34
50	25	-4,83
61	24	-5,04
72	23	-4,98
83	22	-4,71
94	21	-4,20
105	20	-3,48
116	19	-2,58
127	18	-1,47
138	17	-0,162
149	16	1,35
160	15	3,09
171	14	5,10
182	13	7,35
193	12	9,90
204	11	12,90
215	10	16,02
226	9	19,71
237	8	23,94
248	7	28,77
259	6	33,27
270	5	40,80
281	4	48,39
292	3	57,39
303	2	67,95
314	1	79,08

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 2

Nº da barra	Andar	N (tf)
7	29	0,06
18	28	0,15
29	27	0,24
40	26	0,36
51	25	0,55
62	24	0,83
73	23	1,19
84	22	1,65
95	21	2,21
106	20	2,88
117	19	3,66
128	18	4,96
139	17	5,57
150	16	6,69
161	15	7,94
172	14	9,30
183	13	10,77
194	12	12,36
205	11	14,01
216	10	15,83
227	9	17,67
238	8	19,58
249	7	21,50
260	6	23,36
271	5	25,10
282	4	26,61
293	3	27,72
304	2	28,22
315	1	27,71

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 3

Nº da Barra	Andar	N (tf)
8	29	0,224
19	28	0,552
30	27	0,881
41	26	1,223
52	25	1,59
63	24	1,988
74	23	2,397
85	22	2,846
96	21	3,336
107	20	3,872
118	19	4,454
129	18	5,084
140	17	5,757
151	16	6,473
162	15	7,230
173	14	8,021
184	13	8,840
195	12	9,675
206	11	10,521
217	10	11,361
228	9	12,181
239	8	12,966
250	7	13,695
261	6	14,348
272	5	14,906
283	4	15,353
294	3	15,681
305	2	15,884
316	1	16,038

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 4

Nº da barra	Andar	N (tf)
9	29	0,162
20	28	0,392
31	27	0,630
42	26	0,876
53	25	1,137
64	24	1,415
75	23	1,700
86	22	2,007
97	21	2,336
108	20	2,687
119	19	3,060
130	18	3,455
141	17	3,885
152	16	4,305
163	15	4,758
174	14	5,225
185	13	5,705
196	12	6,192
207	11	6,687
218	10	7,181
229	9	7,670
240	8	8,150
251	7	8,610
262	6	9,045
273	5	9,444
284	4	9,795
295	3	10,074
306	2	10,274
317	1	10,295

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 5

Nº da barra	Andar	N (tf)
20	29	-0,065
21	28	-0,119
32	27	-0,131
43	26	-0,110
54	25	-0,060
65	24	0,012
76	23	0,125
87	22	0,258
98	21	0,408
109	20	0,575
120	19	0,756
131	18	0,952
142	17	1,164
153	16	1,391
164	15	1,634
175	14	1,893
186	13	2,172
197	12	2,474
208	11	2,801
219	10	3,159
230	9	3,555
241	8	4,001
252	7	4,500
263	6	5,076
274	5	5,747
285	4	6,542
296	3	7,497
307	2	8,640
318	1	10,086

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 7

Nº da barra	Andar	N (tf)
7	29	-0,095
18	28	-0,185
29	27	-0,186
40	26	-0,123
51	25	0,026
62	24	0,272
73	23	0,654
84	22	1,146
95	21	1,755
106	20	2,481
117	19	3,330
128	18	4,302
139	17	5,400
150	16	6,627
161	15	7,983
172	14	9,473
183	13	11,094
194	12	12,849
205	11	14,735
216	10	16,749
227	9	18,881
238	8	21,116
249	7	23,429
260	6	25,784
271	5	28,124
282	4	30,362
293	3	32,375
304	2	33,984
315	1	34,959

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 8

Nº da barra	Andar	N (tf)
8	29	0,251
19	28	0,633
30	27	1,044
41	26	1,452
52	25	1,943
63	24	2,443
74	23	2,954
85	22	3,509
96	21	4,112
107	20	4,763
118	19	5,463
129	18	6,213
140	17	7,014
151	16	7,854
162	15	8,744
173	14	9,650
184	13	10,620
195	12	11,600
206	11	12,593
217	10	13,587
228	9	14,570
239	8	23,285
250	7	16,487
261	6	17,259
272	5	17,994
283	4	18,068
294	3	19,077
305	2	19,386
316	1	19,544

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 9

Nº da barra	Andar	N (tf)
9	29	0,273
20	28	0,738
31	27	1,229
42	26	1,725
53	25	2,229
64	24	2,739
75	23	3,255
86	22	3,779
97	21	4,316
108	20	4,860
119	19	5,417
130	18	5,982
141	17	6,554
152	16	7,131
163	15	7,710
174	14	8,286
185	13	8,858
196	12	9,419
207	11	9,963
218	10	10,487
229	9	10,980
240	8	10,893
251	7	11,856
262	6	12,227
273	5	12,542
284	4	12,800
295	3	12,993
306	2	13,125
317	1	13,208

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 10

Nº da barra	Andar	N (tf)
10	29	0,221
21	28	0,672
32	27	1,149
43	26	1,623
54	25	2,094
65	24	2,562
76	23	3,029
87	22	3,494
98	21	3,956
109	20	4,415
120	19	4,868
131	18	5,316
142	17	5,757
153	16	6,188
164	15	6,609
175	14	7,019
186	13	7,412
197	12	7,788
208	11	8,144
219	10	8,478
230	9	8,787
241	8	9,069
252	7	9,320
263	6	9,540
274	5	9,725
285	4	9,875
296	3	9,986
307	2	10,062
318	1	10,116

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 11

Nº da barra	Andar	N (tf)
11	29	0,281
22	28	0,702
33	27	1,139
44	26	1,574
55	25	2,009
66	24	2,441
77	23	2,871
88	22	3,299
99	21	3,719
160	20	4,133
121	19	4,538
132	18	4,935
143	17	5,322
154	16	5,696
165	15	6,057
176	14	6,404
187	13	6,734
198	12	7,047
209	11	7,340
220	10	7,611
231	9	7,860
242	8	8,087
253	7	8,286
264	6	8,460
275	5	8,606
286	4	8,723
297	3	8,811
308	2	8,871
319	1	8,909

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 1

Nº da barra	Andar	Q (tf)
1	29	0,041
12	28	0,189
23	27	0,665
34	26	1,110
45	25	1,530
56	24	1,937
67	23	2,342
78	22	2,736
89	21	3,123
100	20	3,500
111	19	3,872
122	18	4,238
133	17	4,602
144	16	4,971
155	15	5,348
166	14	5,729
177	13	6,120
188	12	5,525
199	11	6,947
210	10	7,392
221	9	7,862
232	8	8,363
243	7	8,010
254	6	9,513
265	5	10,191
276	4	10,970
287	3	11,864
298	2	12,746
309	1	12,431

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 2

Nº da barra	Andar	Q (tf)
2	29	0,018
13	28	0,282
24	27	0,749
35	26	1,235
46	25	1,719
57	24	1,937
68	23	2,703
79	22	3,197
90	21	3,686
101	20	4,170
112	19	4,653
123	18	5,133
134	17	5,613
145	16	6,099
156	15	6,593
167	14	7,089
178	13	7,593
189	12	8,108
200	11	8,633
211	10	9,170
222	9	9,713
233	8	10,265
244	7	11,550
253	6	11,379
266	5	11,934
277	4	12,477
288	3	12,971
299	2	13,248
310	1	11,924

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 3

Nº da barra	Andar	Q (tf)
3	29	0,245
14	28	0,611
25	27	1,076
36	26	1,578
47	25	2,087
58	24	2,600
69	23	3,113
80	22	3,644
91	21	4,176
102	20	4,706
113	19	5,234
124	18	5,760
135	17	6,287
146	16	6,815
157	15	7,257
168	14	7,880
179	13	8,411
190	12	8,945
201	11	9,477
212	10	10,008
223	9	10,533
234	8	11,048
245	7	11,550
256	6	12,032
267	5	12,492
278	4	12,924
289	3	13,301
300	2	13,451
311	1	12,078

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 4

Nº da barra	Andar	Q (tf)
4	29	0,407
15	28	0,845
26	27	1,241
37	26	1,821
48	25	2,346
59	24	2,876
70	23	3,399
81	22	3,950
92	21	4,503
103	20	5,057
114	19	5,607
125	18	6,350
136	17	6,702
147	16	7,250
158	15	7,799
169	14	8,606
180	13	8,891
191	12	9,432
202	11	9,971
213	10	10,502
224	9	11,022
235	8	11,528
246	7	12,011
257	6	13,044
268	5	12,891
279	4	13,274
290	3	13,580
301	2	13,650
312	1	12,099

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 5

Nº da barra	Andar	Q (tf)
5	29	0,344
16	28	0,843
27	27	1,298
38	26	1,842
49	25	2,394
60	24	2,948
71	23	3,512
82	22	4,083
93	21	4,653
104	20	5,222
115	19	5,789
126	18	6,350
137	17	6,912
148	16	7,476
159	15	8,042
170	14	8,606
181	13	9,170
192	12	9,734
203	11	10,298
214	10	10,860
225	9	11,418
236	8	11,970
247	7	12,512
258	6	13,044
269	5	13,563
280	4	14,067
291	3	14,535
302	2	14,792
313	1	13,595

FORÇA CORTANTE NAS VIGAS 6

Nº da barra	Andar	Q (tf)
1	20	0,935
12	28	1,623
23	27	1,811
34	26	1,902
45	25	2,018
56	24	2,153
67	23	2,304
78	22	2,462
89	21	2,625
100	20	2,793
111	19	2,961
122	18	3,129
133	17	3,293
144	16	3,450
155	15	3,602
166	14	3,741
177	13	3,870
188	12	3,981
199	11	4,071
210	10	4,134
221	9	4,164
232	8	4,152
243	7	4,085
254	6	3,948
265	5	3,720
276	4	3,375
287	3	2,876
298	2	2,186
309	1	1,305

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 7

Nº da barra	Andar	Q (tf)
2	29	1,028
13	28	1,715
24	27	1,814
35	26	1,841
46	25	1,868
57	24	1,907
68	23	1,923
79	22	1,970
90	21	2,018
101	20	2,067
112	19	2,114
123	18	2,157
134	17	2,195
145	16	2,225
156	15	2,246
167	14	2,255
178	13	2,249
189	12	2,226
200	11	2,186
211	10	2,121
222	9	2,033
233	8	2,917
244	7	1,772
255	6	1,592
266	5	1,382
277	4	1,136
288	3	0,863
299	2	0,578
310	1	0,330

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 8

Nº da barra	Andar	Q (tf)
3	29	0,776
14	28	1,335
25	27	1,404
36	26	1,406
47	25	1,407
58	24	1,409
69	23	1,413
80	22	1,415
91	21	1,416
102	20	1,416
113	19	1,415
124	18	1,409
135	17	1,398
146	16	1,382
157	15	1,361
168	14	1,331
179	13	1,293
190	12	1,248
201	11	1,193
212	10	1,127
223	9	1,052
234	8	0,965
245	7	0,896
256	6	0,762
267	5	0,647
278	4	0,524
289	3	0,393
300	2	0,269
311	1	0,173

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 9

Nº da barra	Andar	Q (tf)
4	29	0,503
15	28	0,872
26	27	0,912
37	26	0,909
48	25	0,905
59	24	0,899
70	23	0,897
81	22	0,890
92	21	0,882
103	20	0,870
114	19	0,858
125	18	0,843
136	17	0,827
147	16	0,806
158	15	0,783
169	14	0,755
180	13	0,723
191	12	0,687
202	11	0,648
213	10	0,605
224	9	0,558
235	8	0,506
246	7	0,450
257	6	0,392
268	5	0,330
279	4	0,266
290	3	0,200
301	2	0,135
312	1	0,090

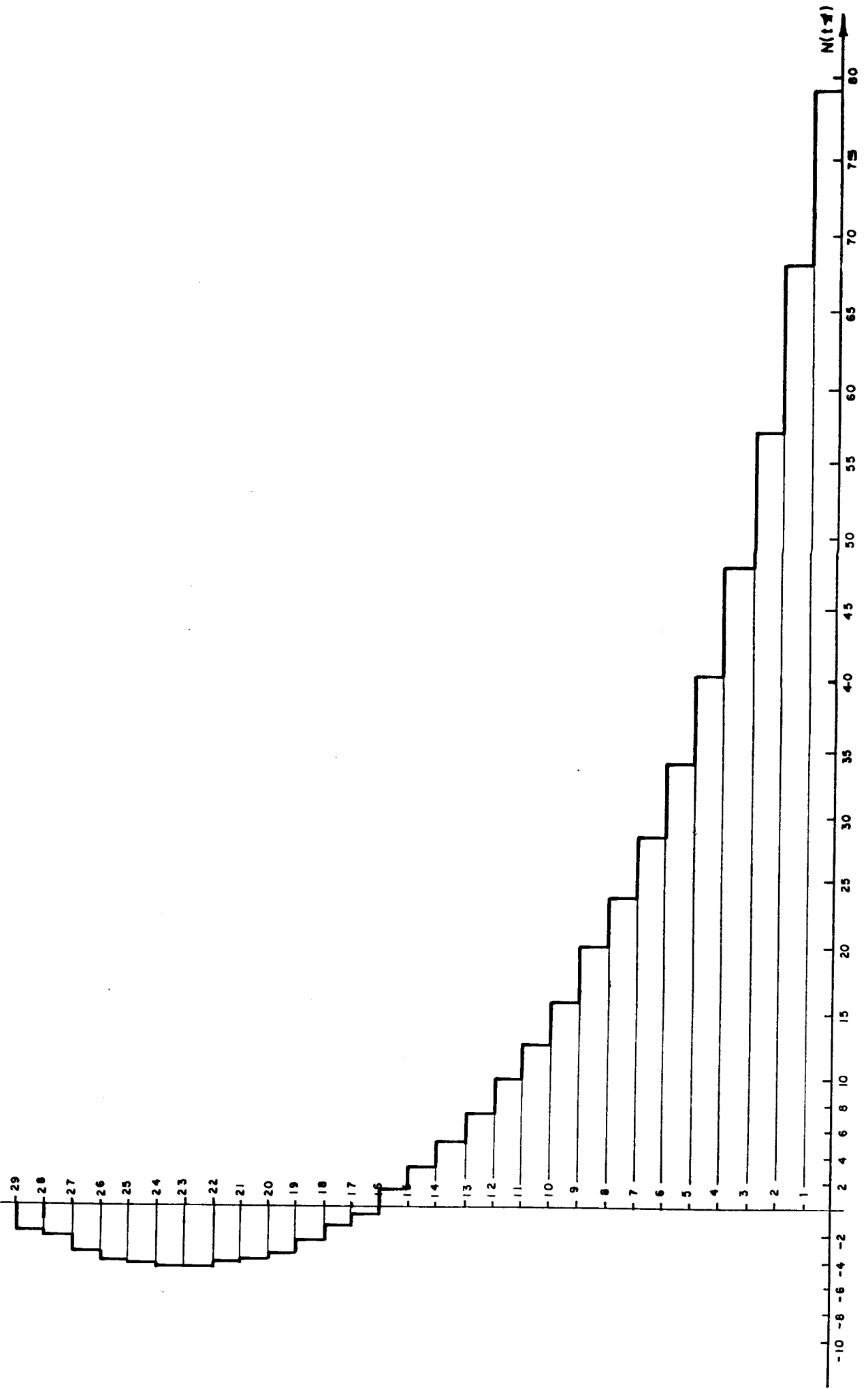
FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 10

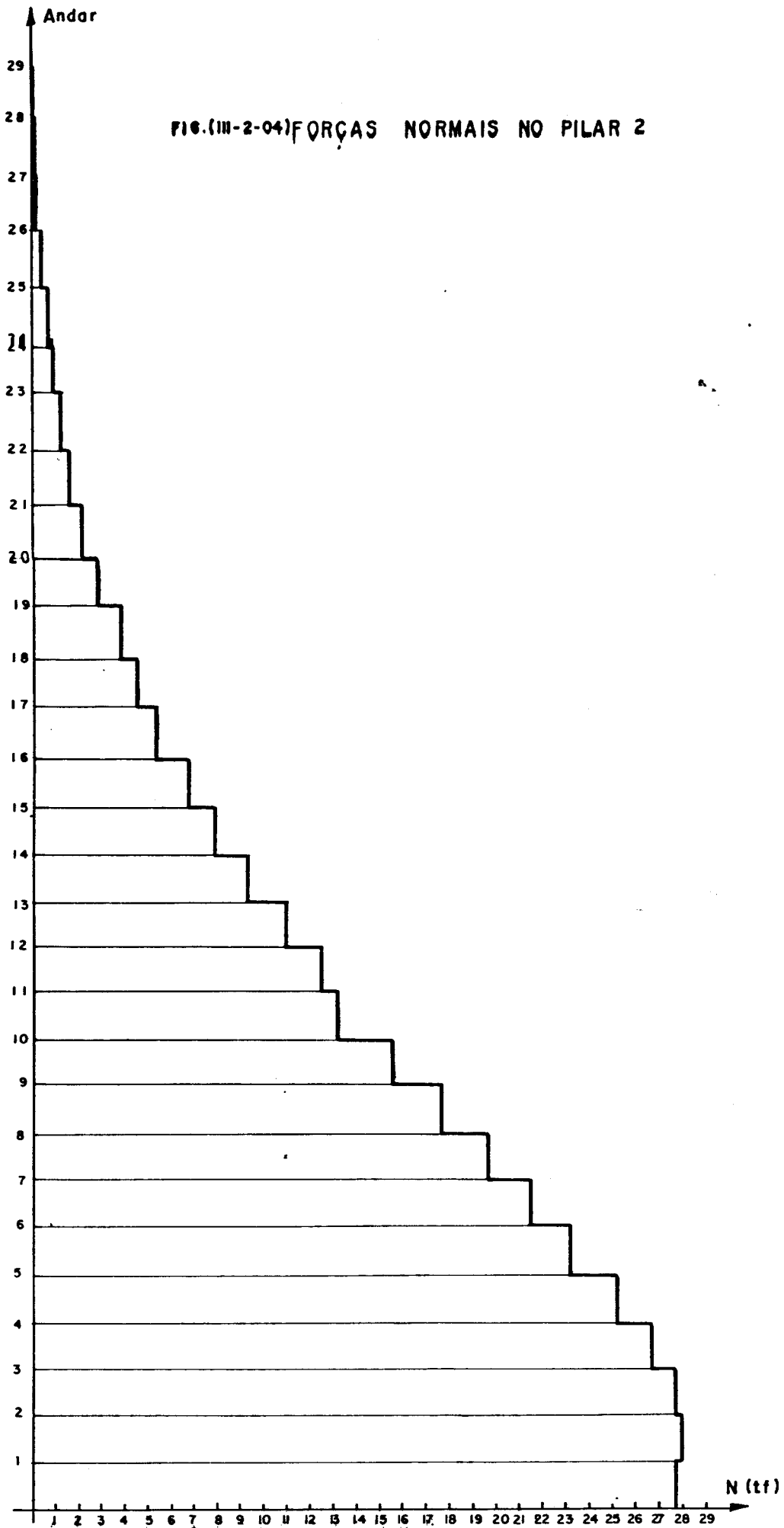
Nº da barra	Andar	Q (tf)
5	29	0,281
16	28	0,422
27	27	0,435
38	26	0,435
49	25	0,434
60	24	0,432
71	23	0,431
82	22	0,425
93	21	0,420
104	20	0,413
115	19	0,405
126	18	0,396
137	17	0,386
148	16	0,374
159	15	0,360
170	14	0,345
181	13	0,330
192	12	0,312
203	11	0,293
214	10	0,272
225	9	0,249
236	8	0,225
247	7	0,200
258	6	0,173
269	5	0,146
280	4	0,117
291	3	0,087
302	2	0,059
313	1	0,038

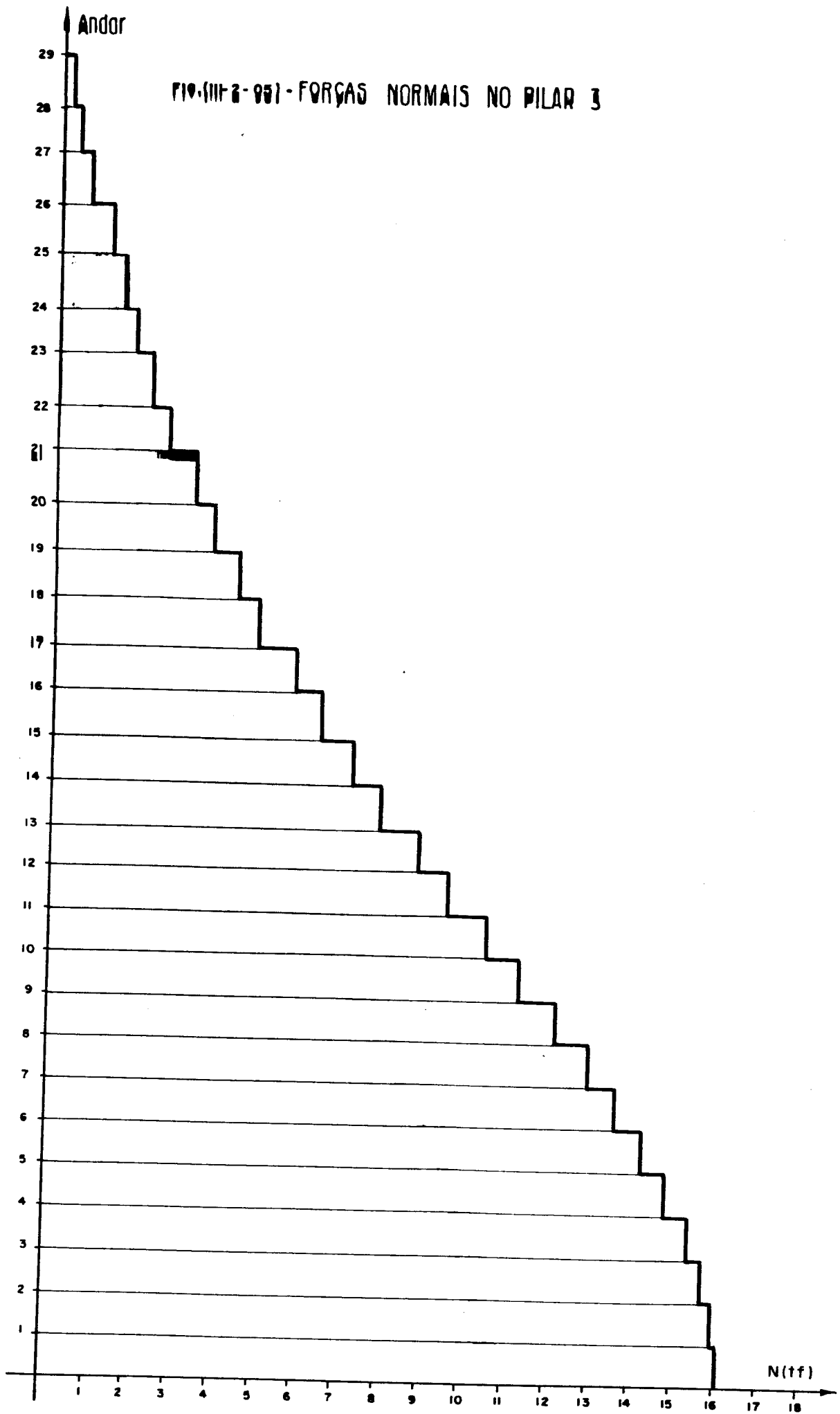
DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS

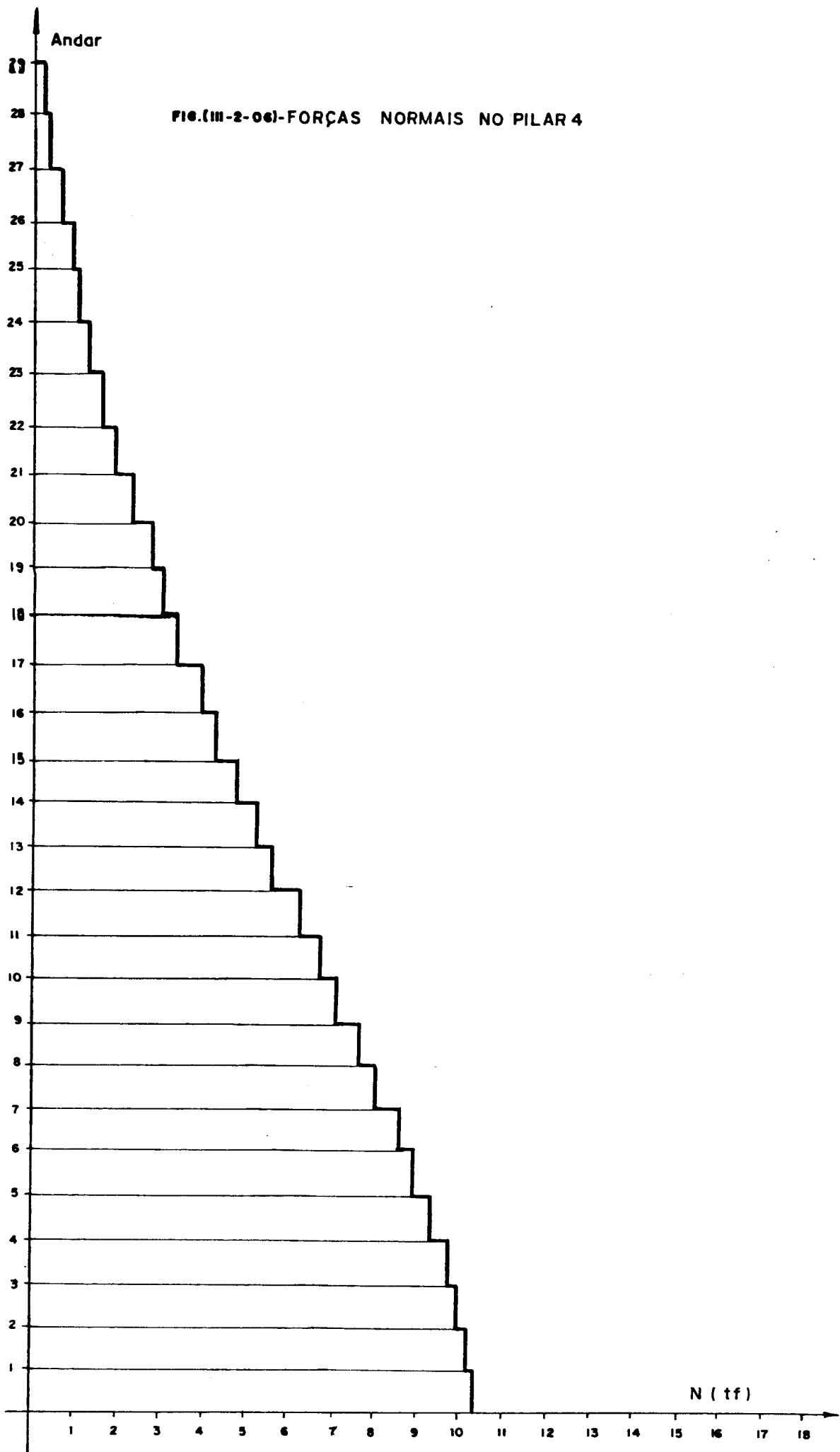
ANDAR	D (m)
29	0,096
28	0,095
27	0,093
26	0,092
25	0,090
24	0,089
23	0,087
22	0,086
21	0,083
20	0,081
19	0,078
18	0,075
17	0,072
16	0,069
15	0,066
14	0,063
13	0,059
12	0,056
11	0,051
10	0,047
9	0,042
8	0,038
7	0,033
6	0,029
5	0,024
4	0,018
3	0,014
2	0,009
1	0,003

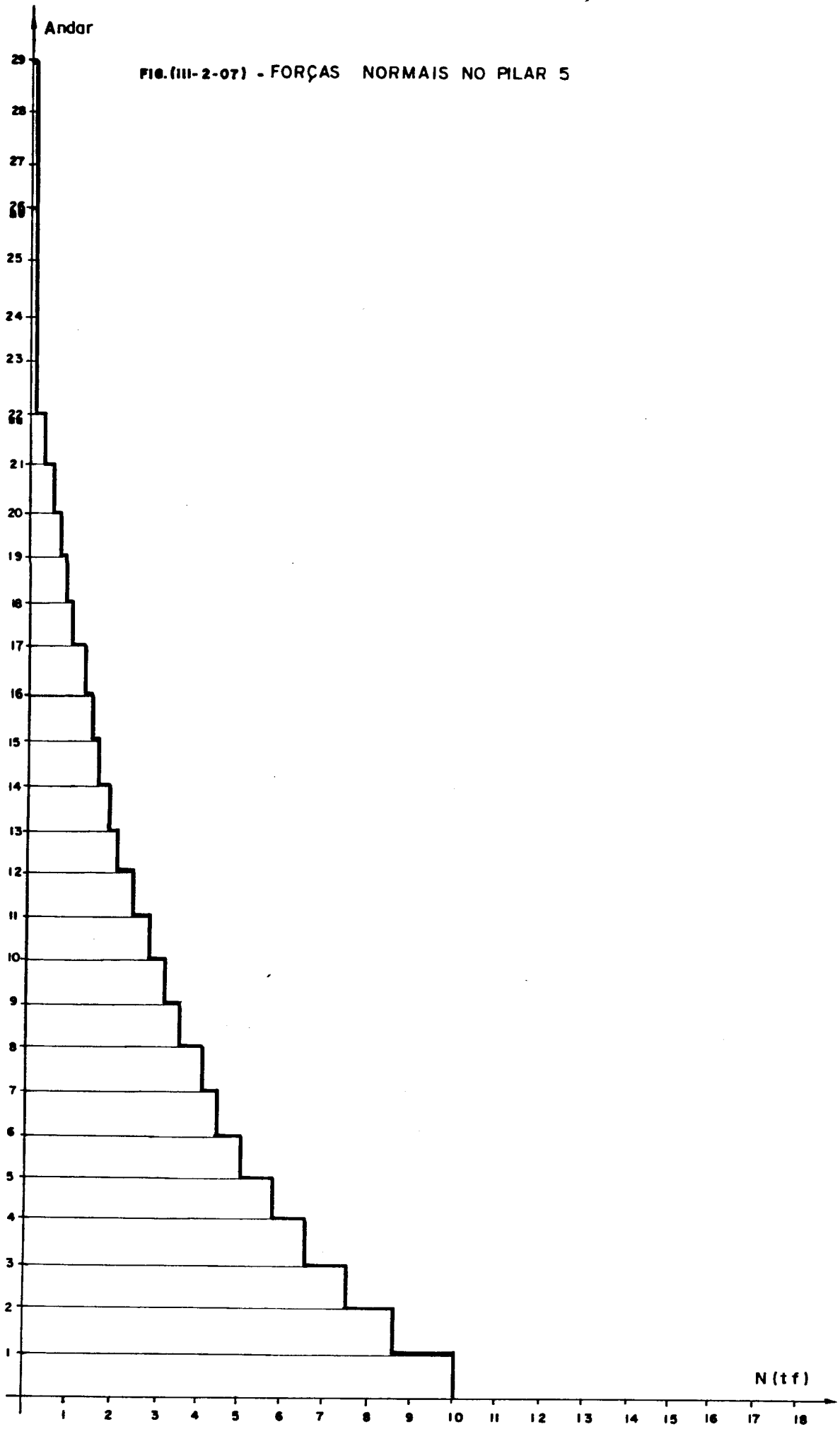
Andar FIG. (III-2-03) - FORÇAS NORMAIS NO PILAR 1

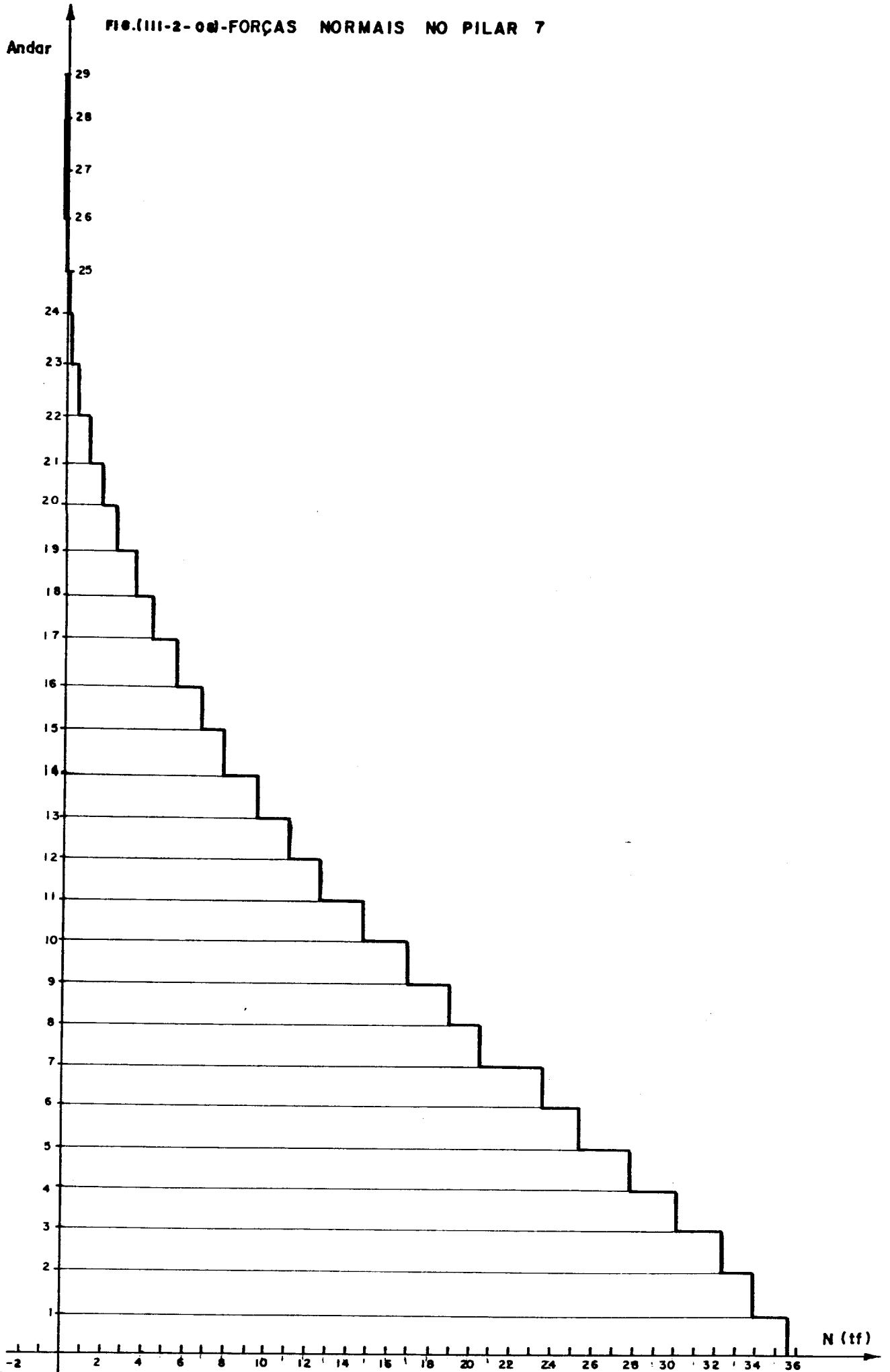


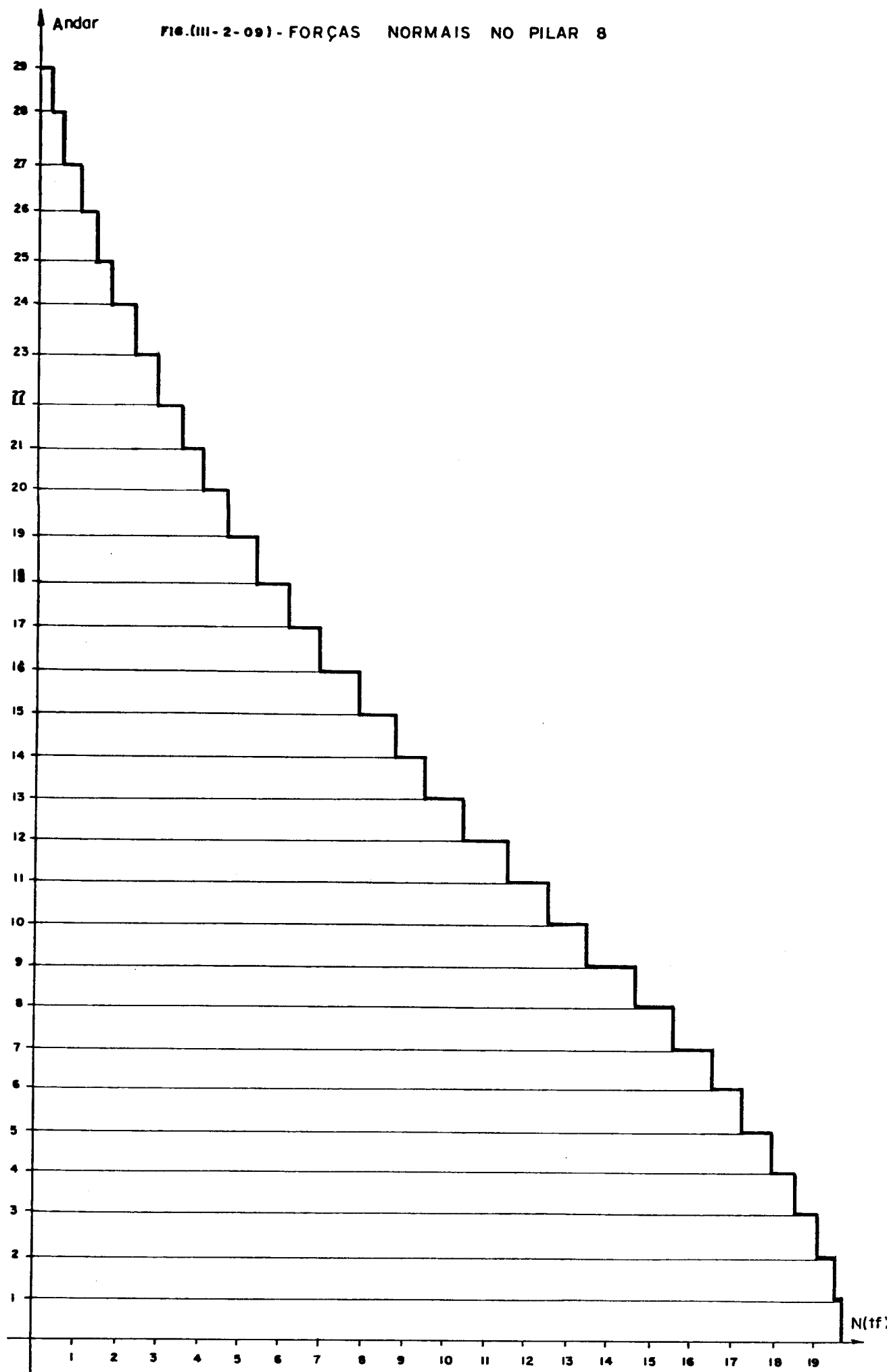


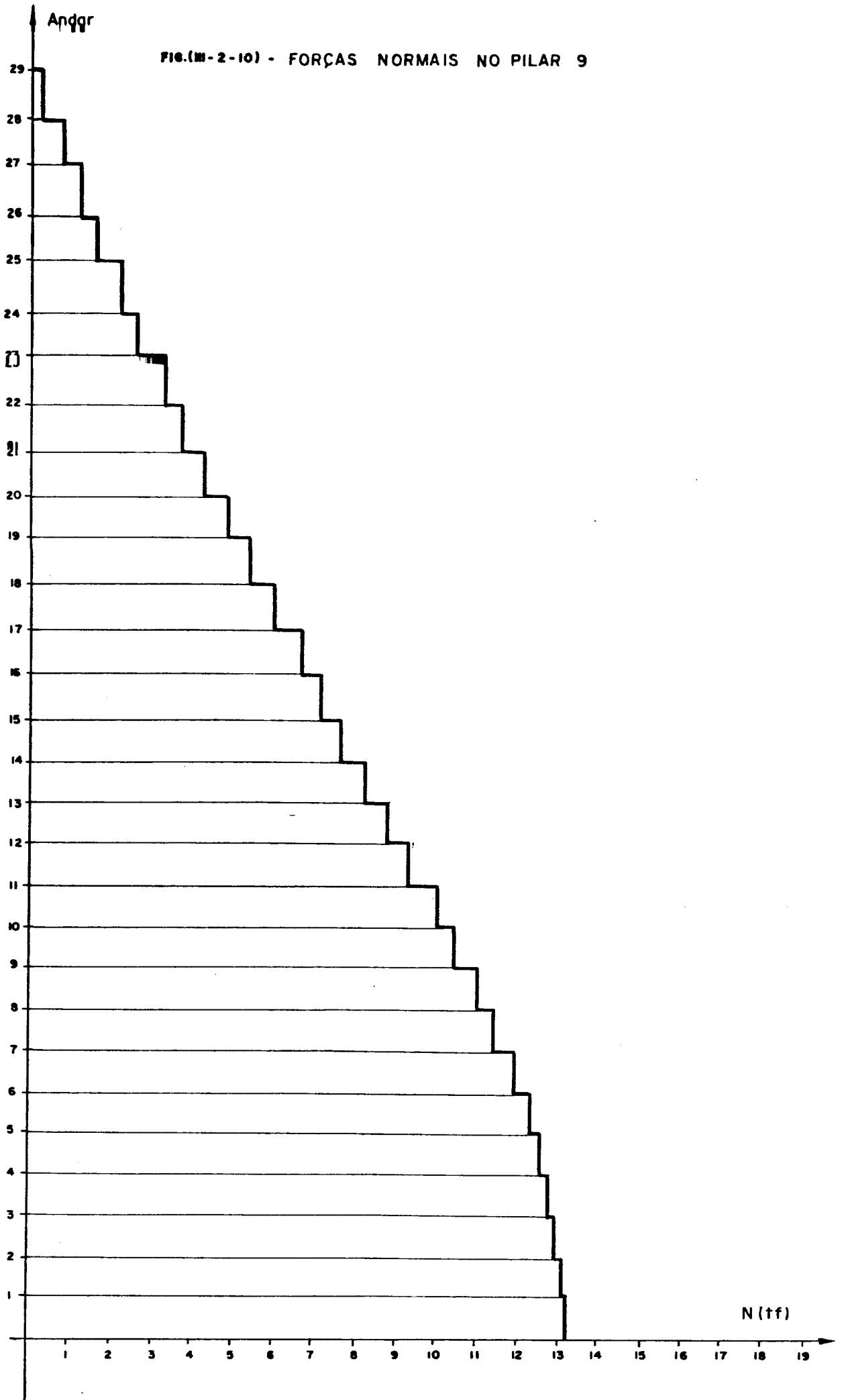


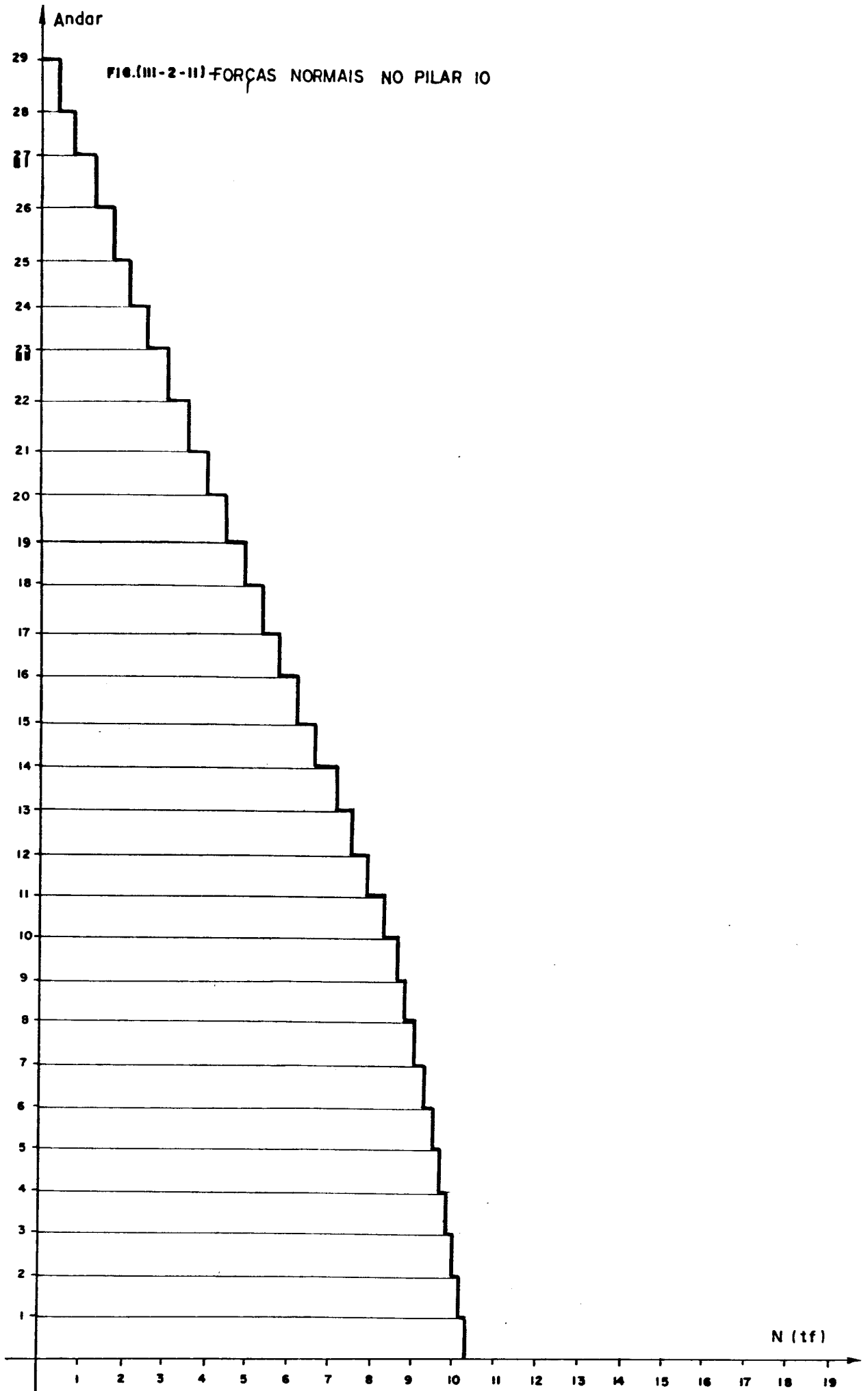


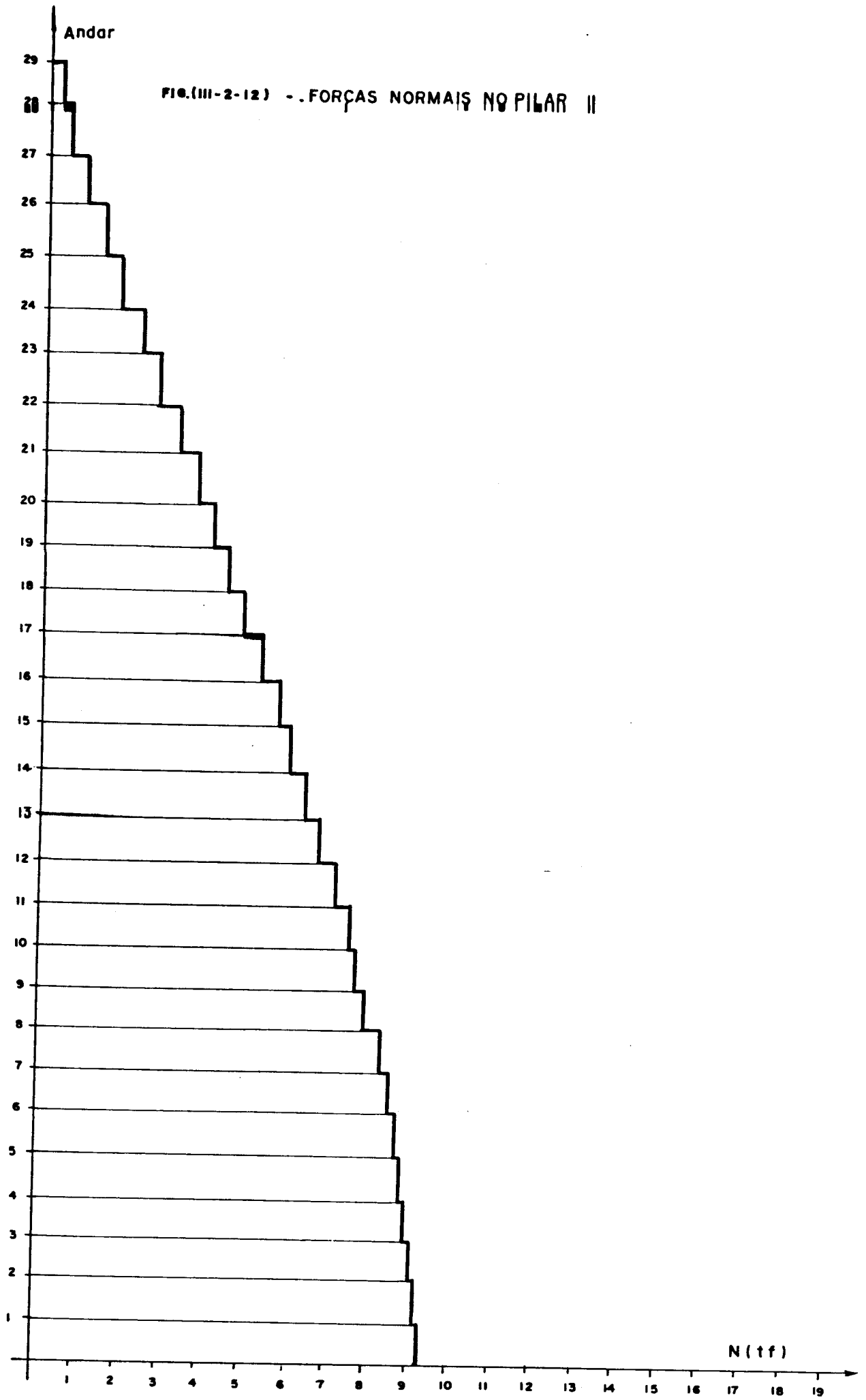


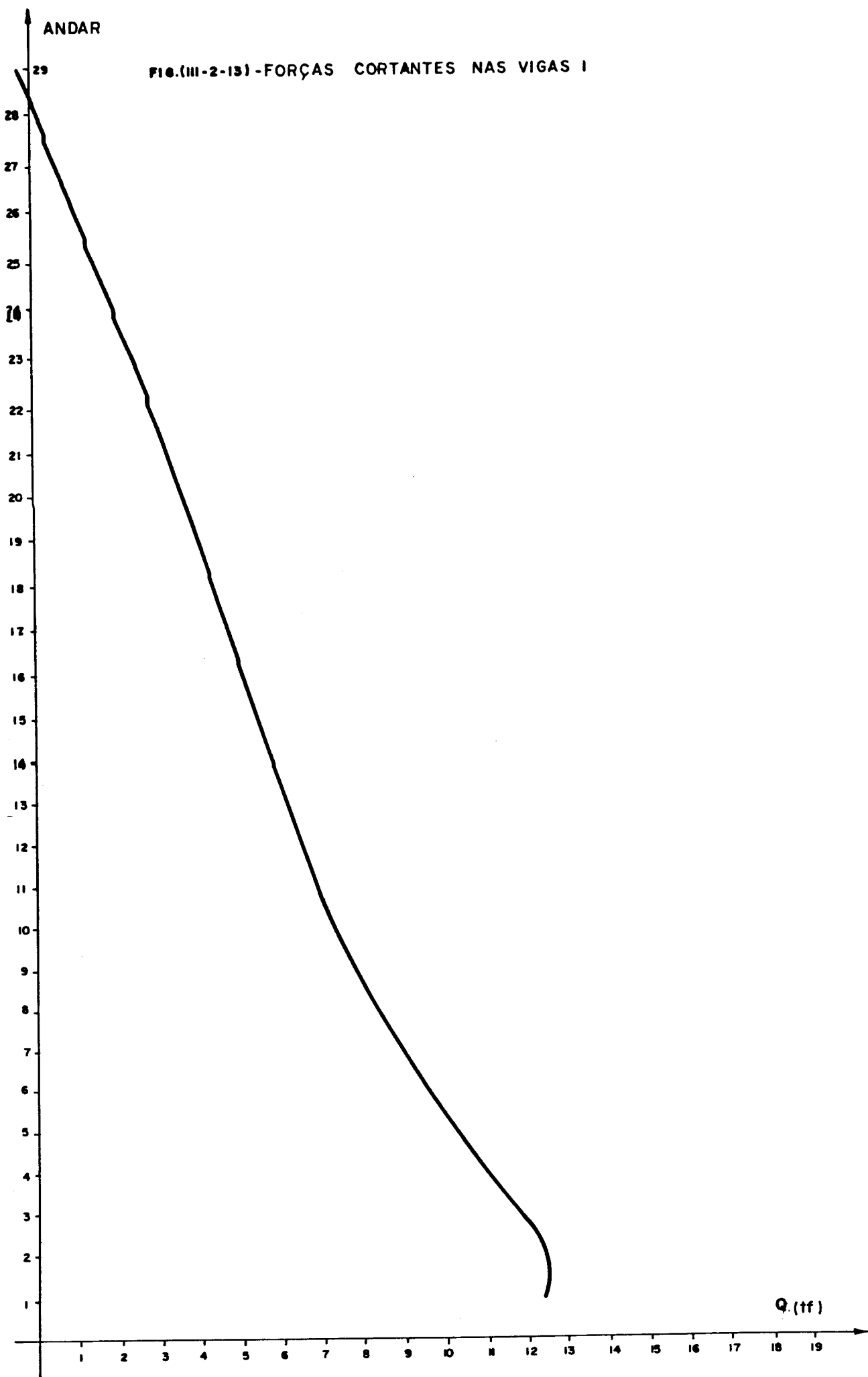


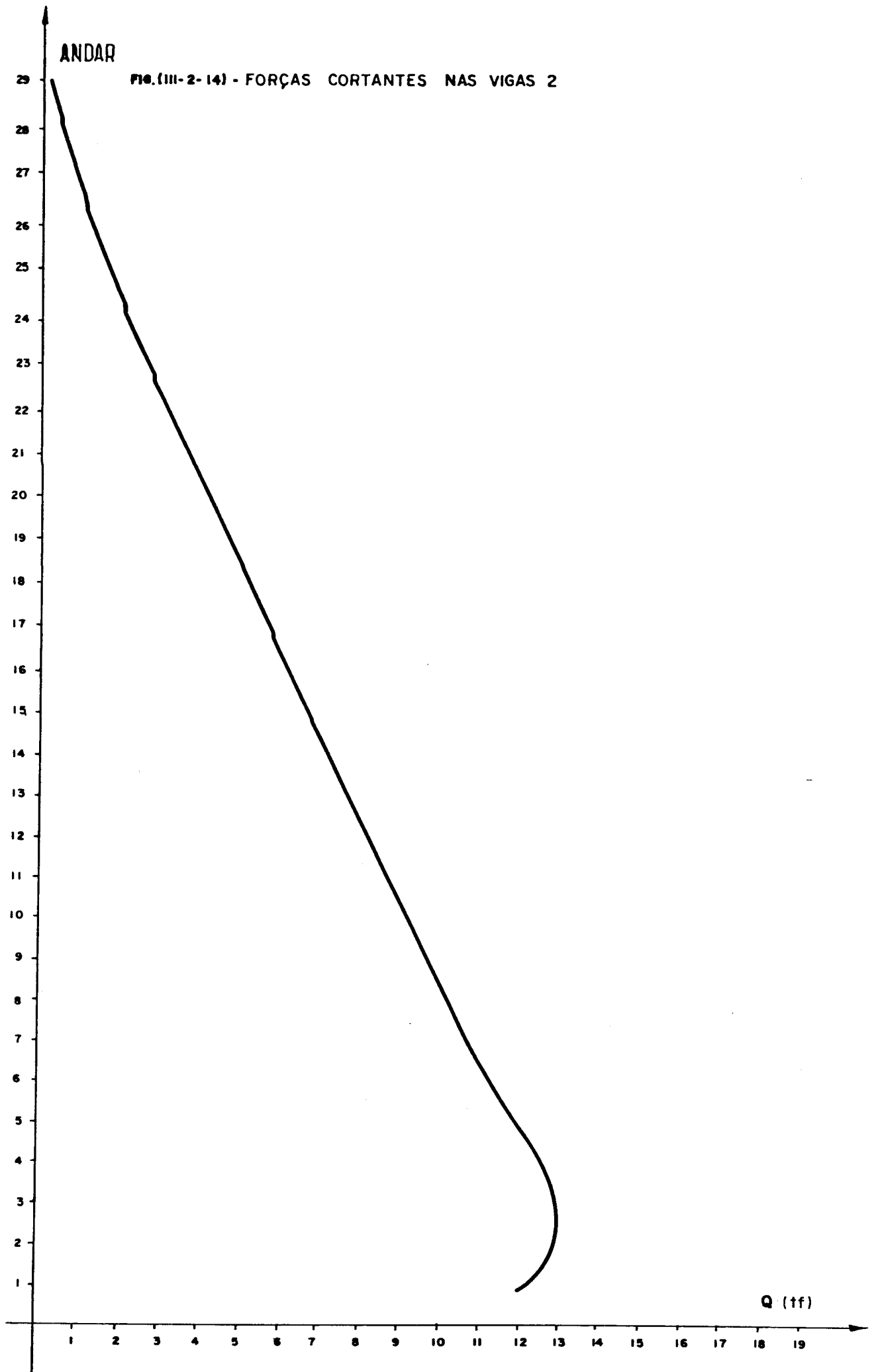


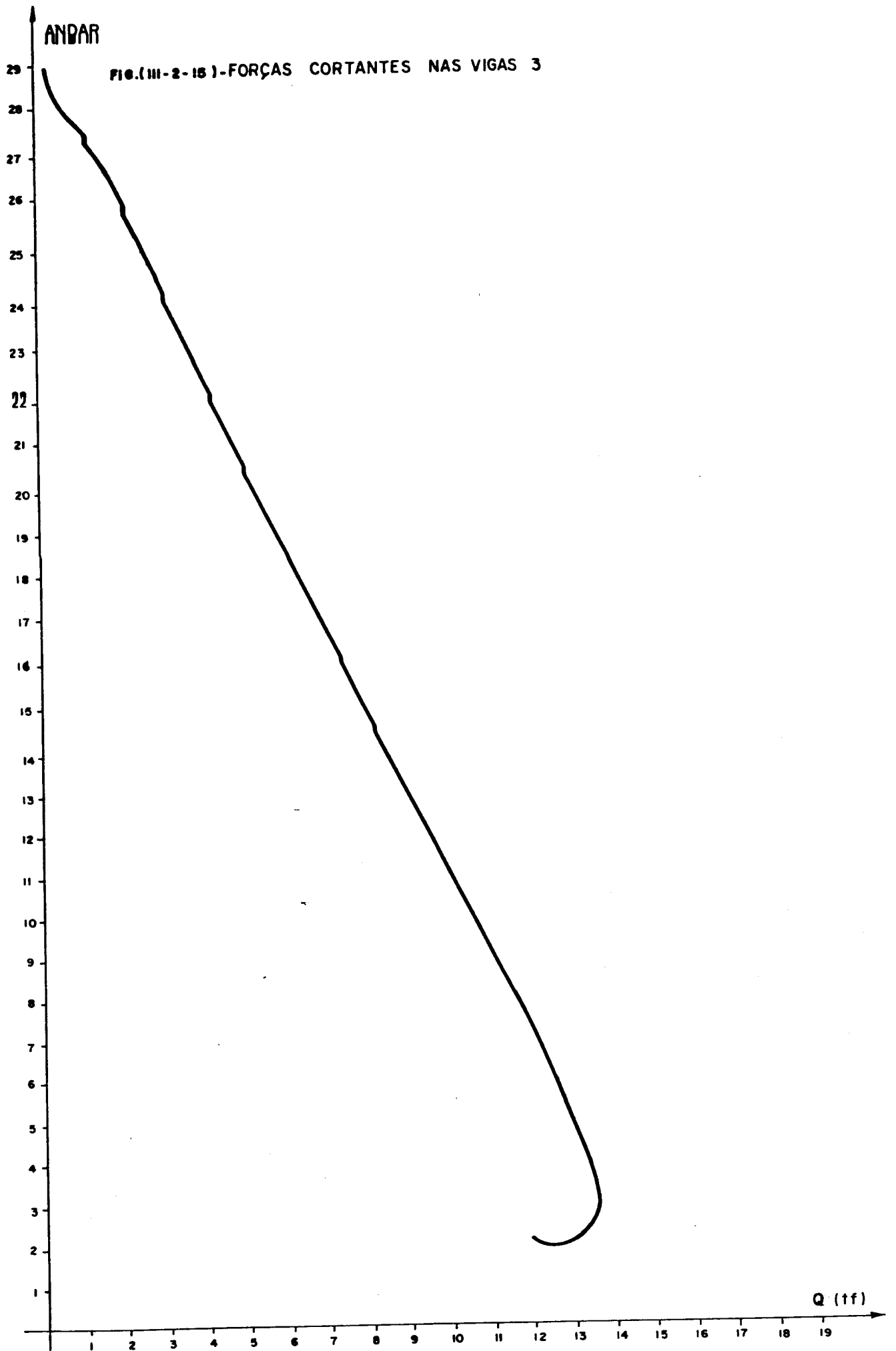


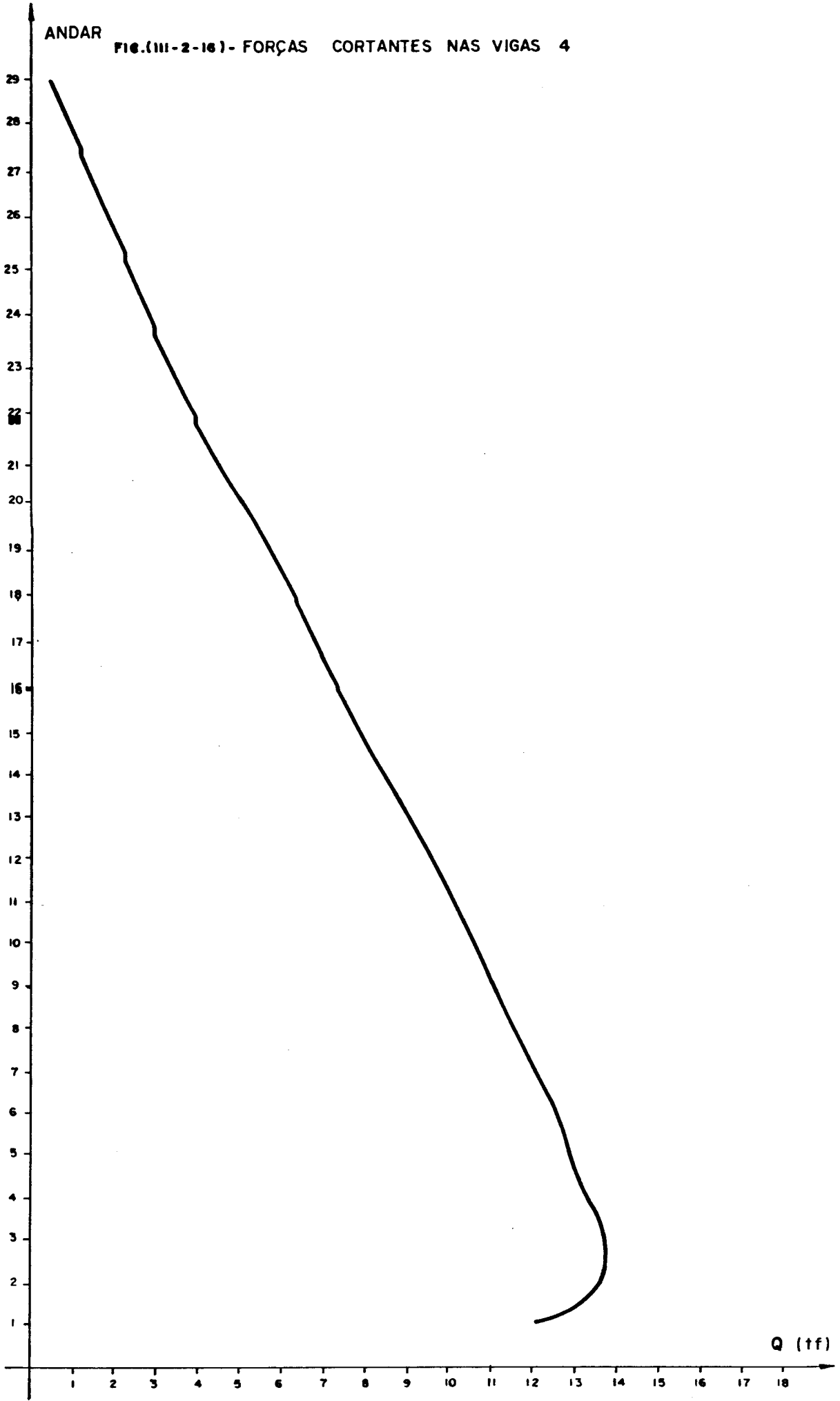


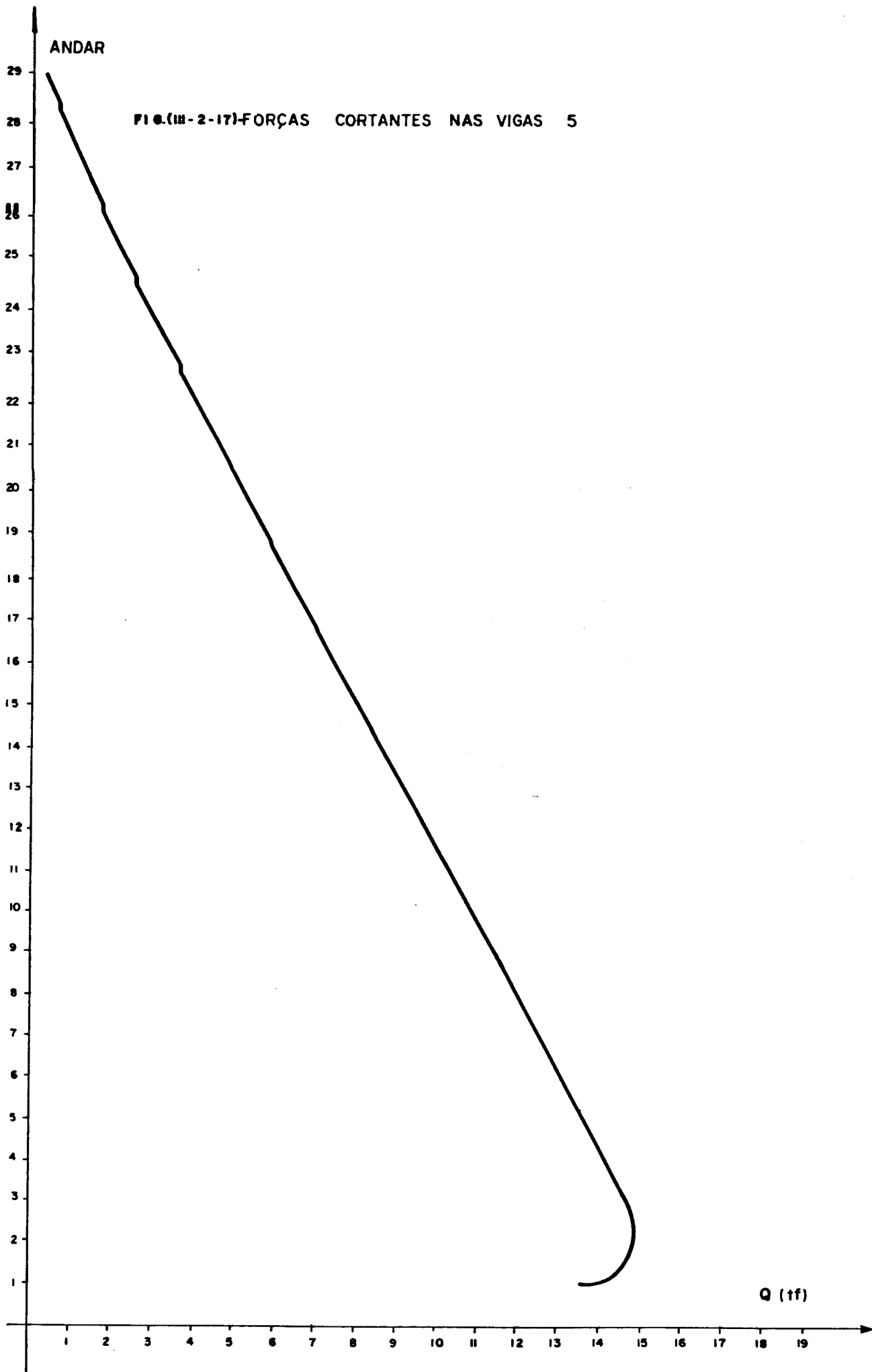


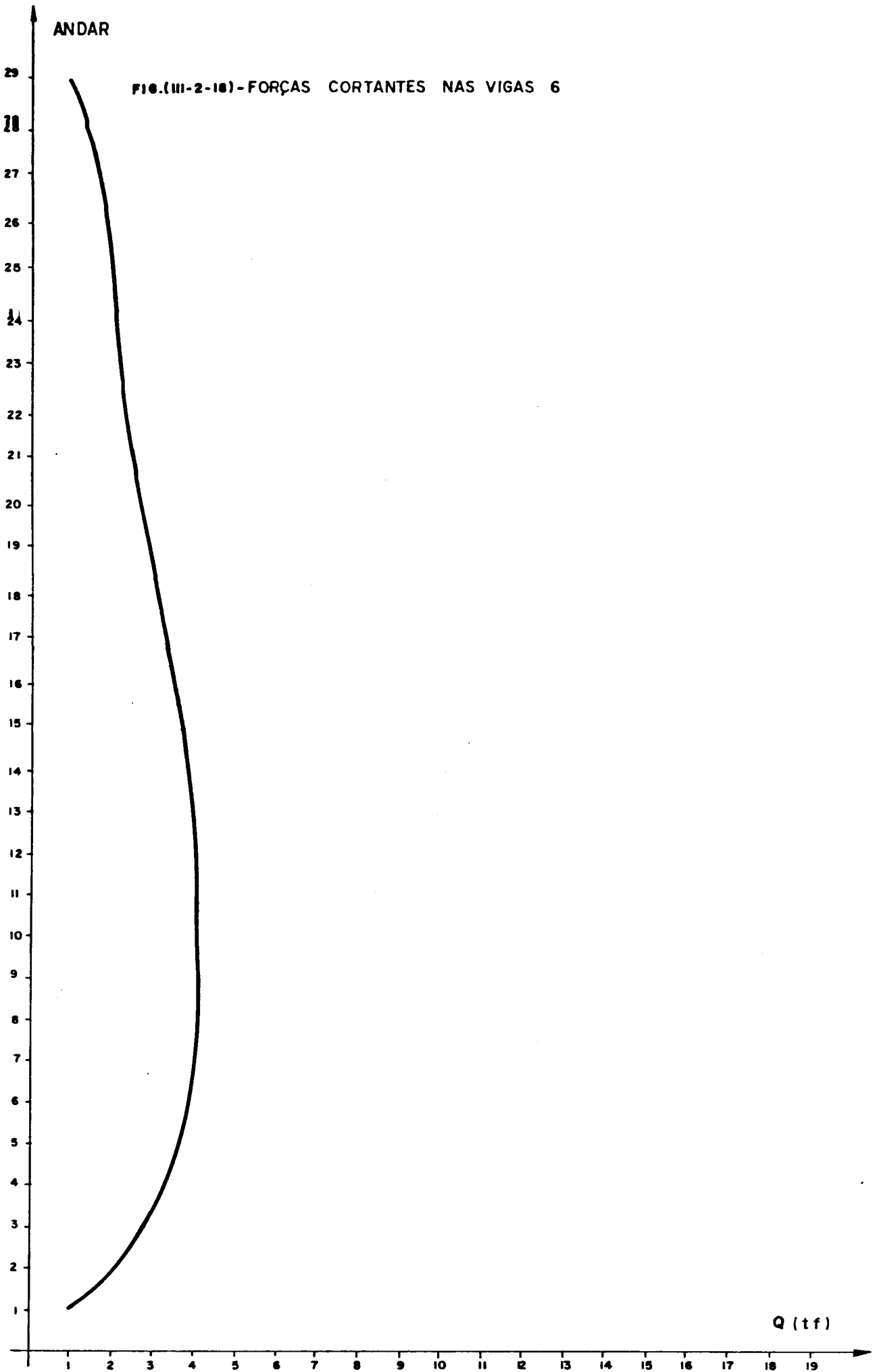


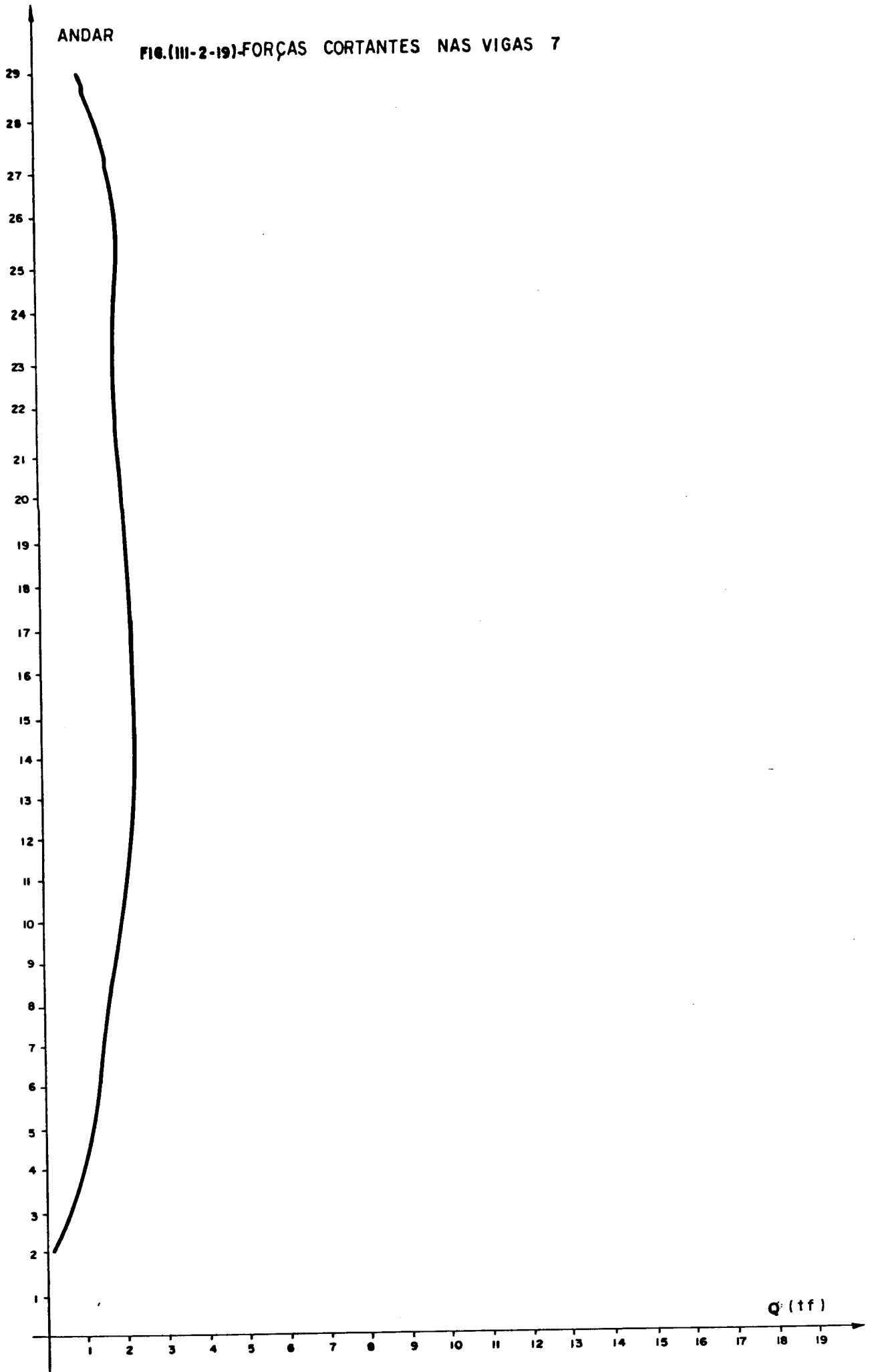


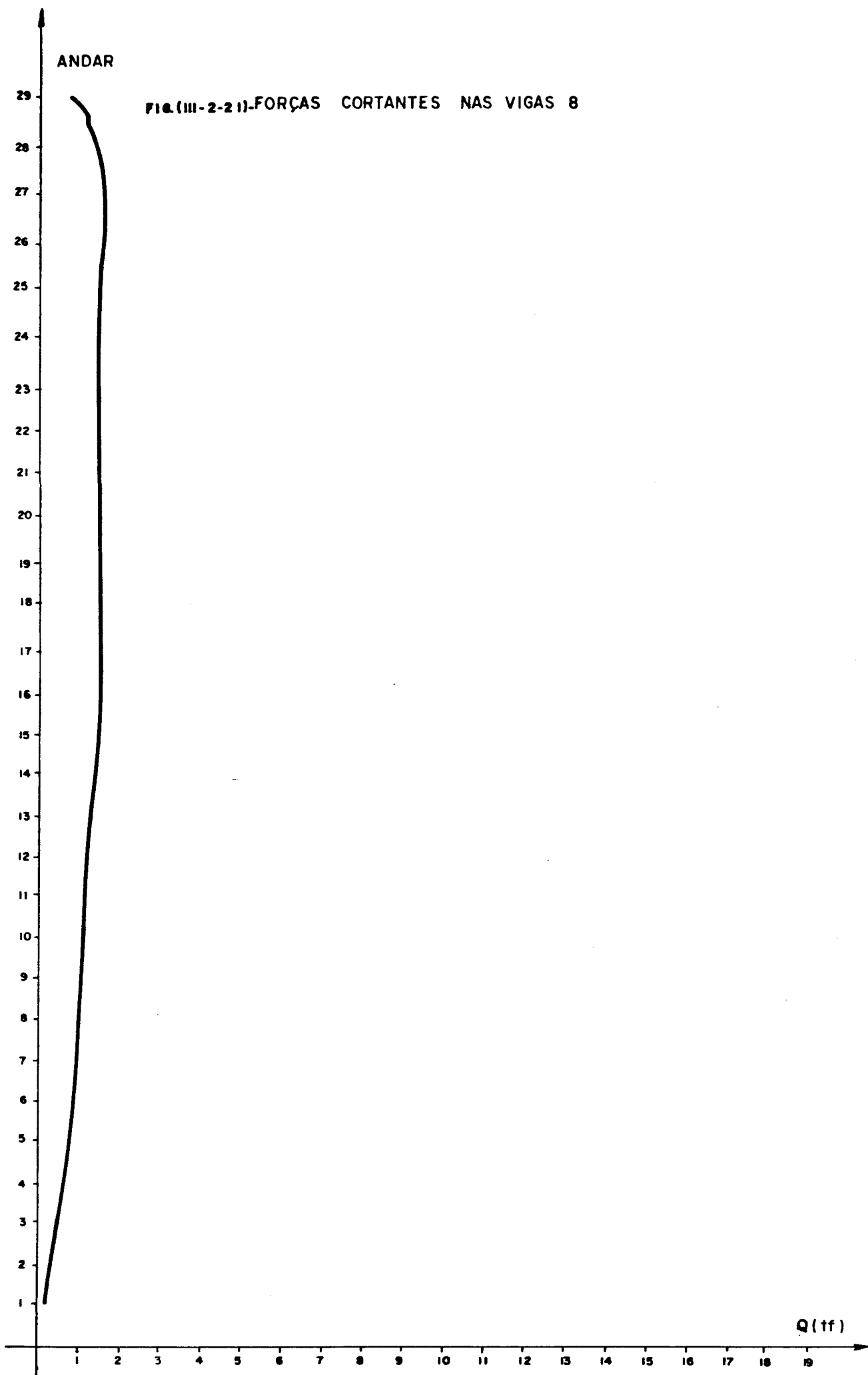


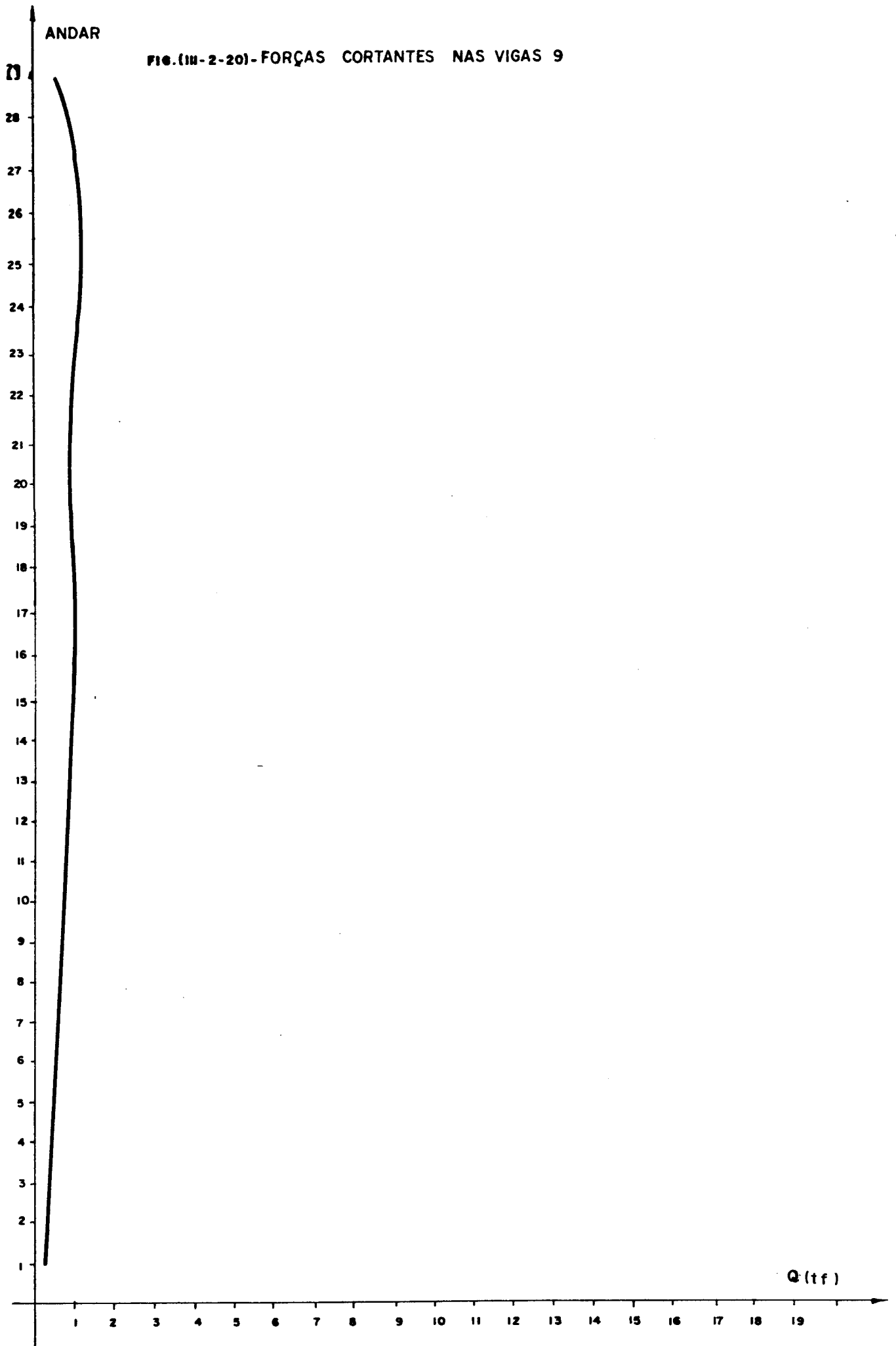












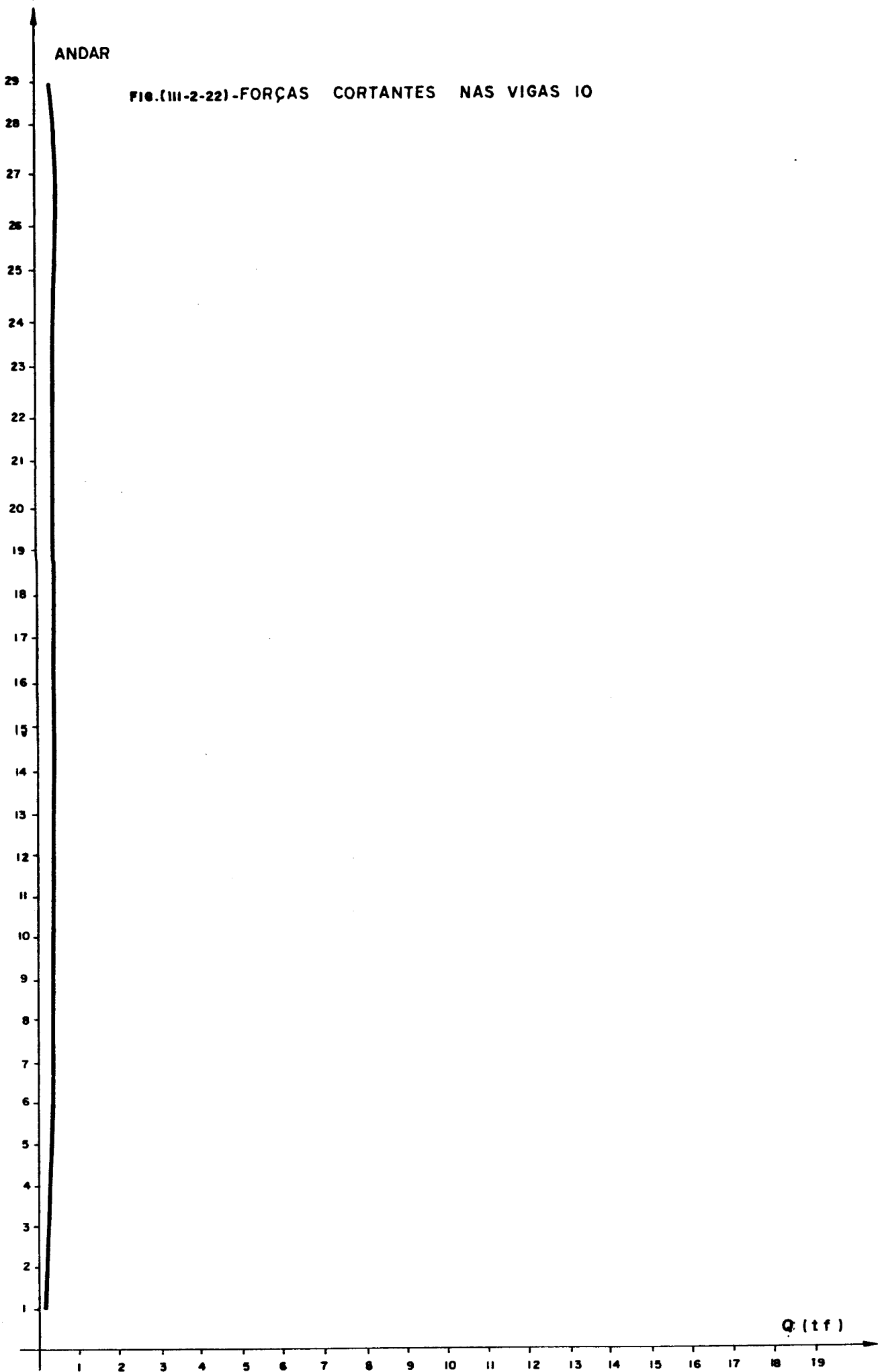
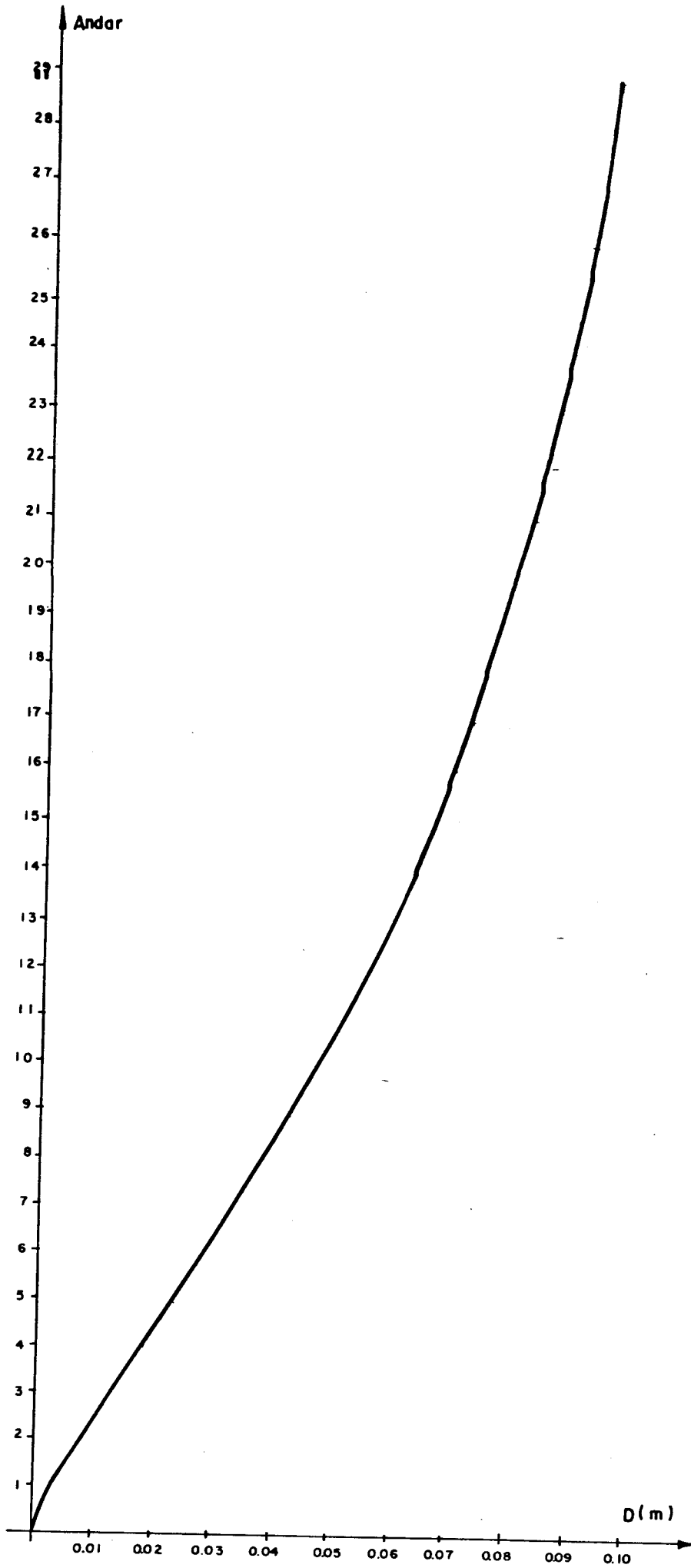
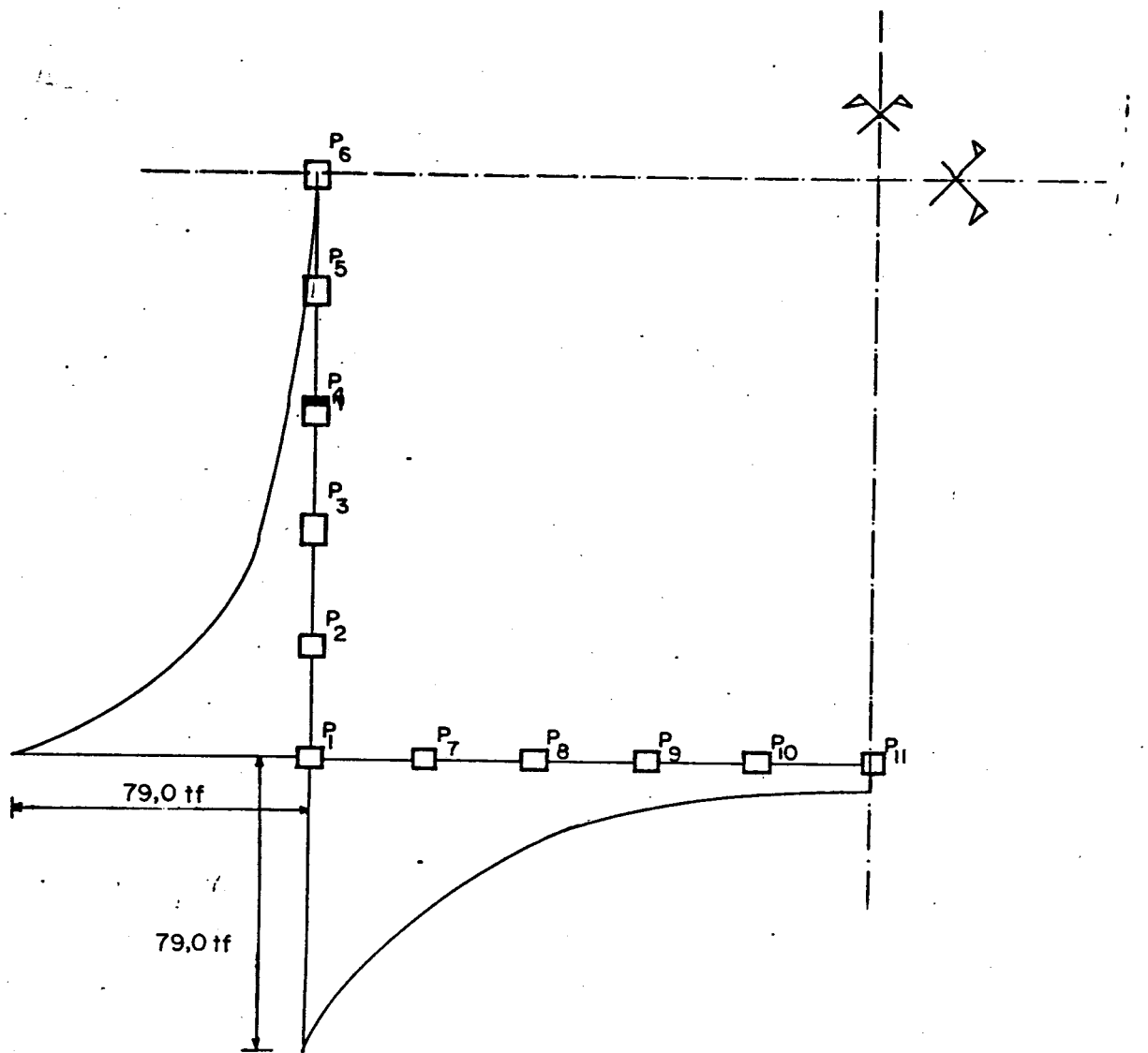
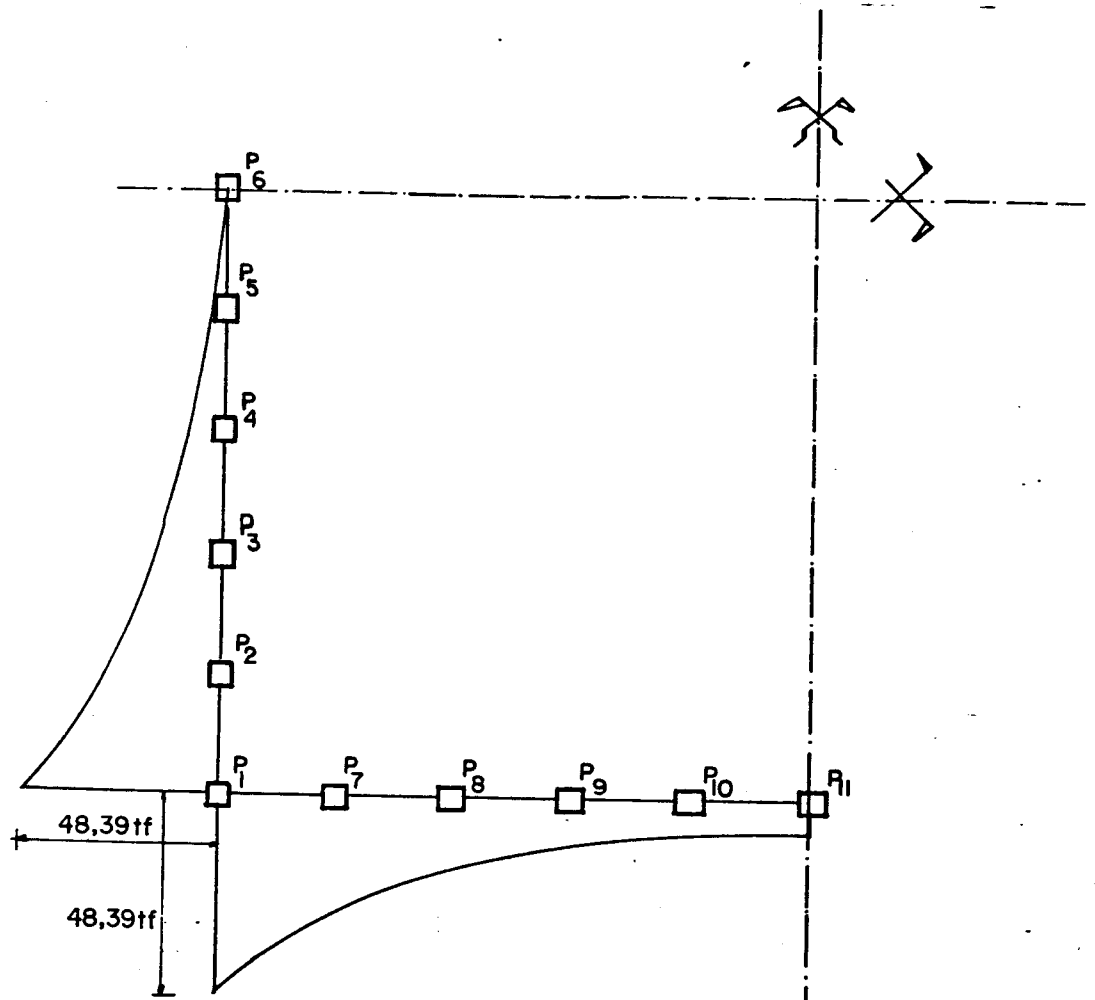


Fig. (III-2-23) DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS





FIG(III-2-24) EFEITO "SHEAR-LAG" PARA O 1º ANDAR DO EDIFÍCIO



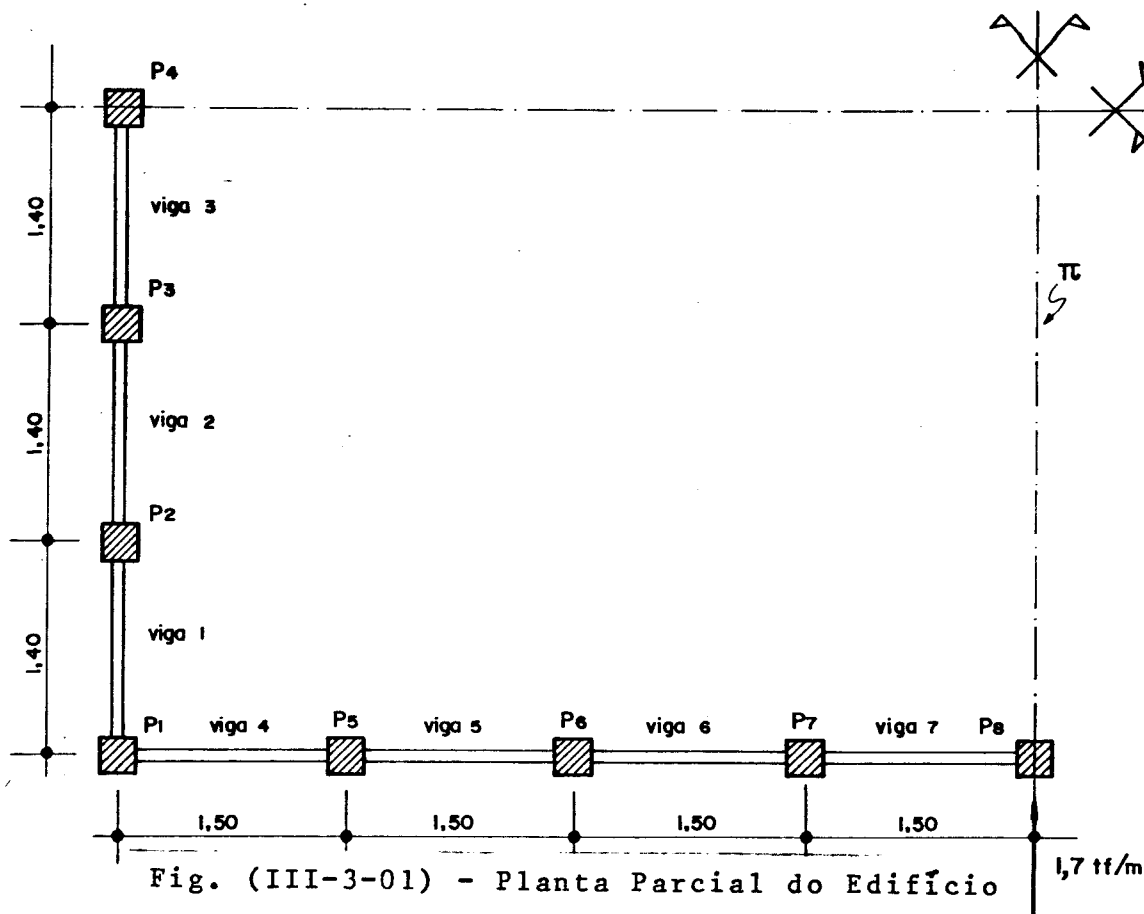
FIG(III-2-25) EFEITO "SHEAR-LAG" PARA O 4º ANDAR DO EDIFÍCIO

III-3) Exemplo 3

Apresenta-se a seguir um exemplo cuja planta do edifício tubular tem forma retangular com quinze andares de 3,0m de pé direito. As vigas e pilares são de seção constante iguais a 0,20m x 0,60m e 0,30m x 0,30m. O módulo de elasticidade foi adotado igual a 200.000 kgf/cm².

A carga do vento aplicada no plano π é igual a 1,70 tf/m e portanto ao nível dos andares do pórtico (2) a carga concentrada será igual a $F = 1,28$ tf e para o andar do topo $F' = 0,64$ tf.

É mostrada na Fig. (III-3-1) a planta parcial do edifício, com as distâncias expressas em metros e nas Figs. (III-3-2) e (III-3-3) as numerações dos nós e barras dos pórticos (1) e (2). As barras apresentam seus números inscritos em círculos.



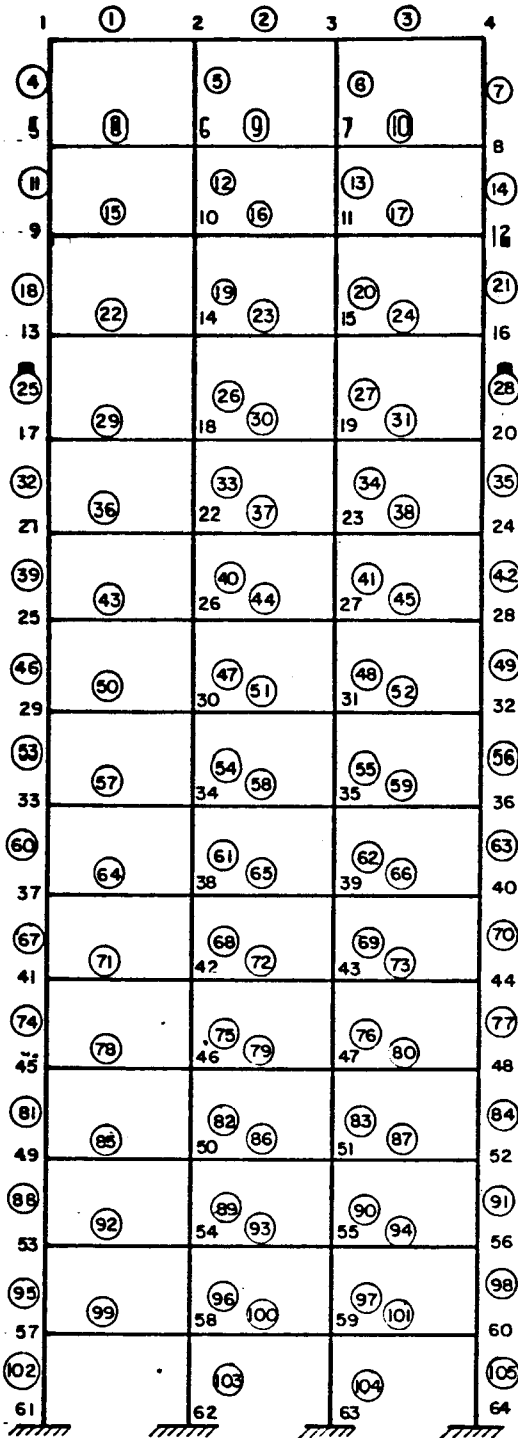


FIG. (III-3-3) — NUMERAÇÃO DOS NÓS E BARRAS DO PÓRTICO ②

A seguir serão apresentados gráficos, tabelas e a impressão dos resultados.

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 1

Nº da barra		andar	N (tf)
Pórtico (2)	Pórtico (1)		
4	5	15	-0,89
11	14	14	-2,06
18	23	13	-2,50
25	32	12	-2,34
32	41	11	-1,65
39	50	10	-0,47
46	59	9	1,18
53	68	8	3,34
60	77	7	6,06
67	86	6	9,44
74	95	5	13,60
81	104	4	18,78
88	113	3	25,34
95	122	2	34,00
102	131	1	46,06

FORÇAS NORMAIS DO PILAR 2

Nº da Barra	Andar	N (tf)
5	15	0,31
12	14	0,65
19	13	0,99
26	12	1,46
33	11	2,10
40	10	2,95
47	9	4,01
54	8	5,29
61	7	6,76
68	6	8,40
75	5	10,15
82	4	11,89
89	3	13,34
96	2	13,91
103	1	11,97

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 3

Nº da Barra	Andar	N (tf)
6	15	0,31
13	14	0,73
20	13	1,12
27	12	1,52
34	11	1,93
41	10	2,38
48	9	2,88
55	8	3,40
62	7	3,93
69	6	4,40
76	5	4,76
83	4	4,88
90	3	4,68
97	2	4,16
104	1	3,84

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 5

Nº da barra	Andar	N (tf)
6	15	-0,17
15	14	-0,015
24	13	0,29
33	12	0,80
42	11	1,57
51	10	3,78
60	9	3,86
69	8	5,41
78	7	7,24
87	6	9,35
96	5	11,73
105	4	14,34
114	3	17,09
123	2	19,75
132	1	21,73

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 6

Nº da barra	Andar	N (tf)
7	15	0,40
16	14	0,97
25	13	1,59
34	12	2,26
43	11	2,99
52	10	3,78
61	9	4,64
70	8	5,54
79	7	6,50
88	6	7,46
97	5	8,37
106	4	9,17
115	3	9,75
124	2	10,00
133	1	9,96

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 7

Nº da barra	Andar	N (tf)
8	15	0,48
17	24	1,08
26	13	1,74
35	12	2,37
44	11	2,99
53	10	3,57
62	9	4,11
71	8	4,62
80	7	5,06
89	6	5,42
98	5	5,69
107	4	5,86
116	3	5,93
125	2	5,93
134	1	5,93

FORÇAS NORMAIS NO PILAR 8

Nº da barra	Andar	N (tf)
9	15	0,18
18	14	0,51
27	13	0,83
36	12	1,13
45	11	1,41
54	10	1,60
63	9	1,88
72	8	2,06
81	7	2,20
90	6	2,31
99	5	2,38
108	4	2,42
117	3	2,44
126	2	2,45
135	1	2,47

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 1

Nº da barra	Andar	Q (tf)
1	15	-0,07
8	14	0,55
15	13	1,44
22	12	2,28
29	11	3,07
36	10	3,82
43	9	4,55
50	8	5,30
57	7	6,08
64	6	6,90
71	5	7,78
78	4	8,78
85	3	9,99
92	2	11,60
99	1	13,98

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 2

Nº da barra	Andar	Q (tf)
2	15	0,24
9	14	0,89
16	13	1,79
23	12	2,74
30	11	3,71
37	10	4,67
44	9	5,61
51	8	6,58
58	7	7,56
65	6	8,54
72	5	9,54
79	4	10,52
86	3	11,44
93	2	12,17
100	1	12,04

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 3

Nº de barra	Andar	Q (tf)
3	15	0,55
10	14	1,30
17	13	2,18
24	12	3,14
31	11	4,13
38	10	5,12
45	9	6,10
52	8	7,10
59	7	8,08
66	6	9,02
73	5	9,89
80	4	10,64
87	3	11,24
94	2	11,65
101	1	11,72

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 4

Nº da barra	Andar	Q (tf)
1	15	0,83
10	14	1,72
19	13	1,89
28	12	2,12
37	11	2,37
46	10	2,64
55	9	2,90
64	8	3,15
73	7	3,36
82	6	3,53
91	5	3,62
100	4	3,61
109	3	3,42
118	2	2,33
127	1	1,93

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 5

Nº da barra	Andar	Q (tf)
2	15	1,00
11	14	1,57
20	13	1,59
29	12	1,60
38	11	1,61
47	10	1,62
56	9	1,62
65	8	1,60
74	7	1,53
83	6	1,42
92	5	1,25
101	4	1,00
110	3	0,67
119	2	0,28
128	1	0,05

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 6

Nº da barra	Andar	Q (tf)
3	15	0,60
12	14	0,99
21	13	0,97
30	12	0,94
39	11	0,89
48	10	0,83
57	9	0,76
66	8	0,68
75	7	0,58
84	6	0,47
93	5	0,34
102	4	0,21
111	3	0,09
120	2	0,014
129	1	0,005

FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 7

Nº da barra	Andar	Q (tf)
4	15	0,19
13	14	0,33
22	13	0,32
31	12	0,30
40	11	0,28
49	10	0,25
58	9	0,22
67	8	0,18
76	7	0,14
85	6	0,11
94	5	0,07
103	4	0,04
112	3	0,02
121	2	0,01
130	1	0,008

DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS	
NIVEL	D (m)
15	0,1
14	0,1
13	0,1
12	0,09
11	0,087
10	0,082
9	0,077
8	0,07
7	0,063
6	0,057
5	0,047
4	0,04
3	0,03
2	0,02
1	0,009
0	0

FORÇAS CORTANTES NO PILAR 1

Nº da barra	Andar	Q (tf)
4	15	0,07
11	14	0,37
18	13	0,65
25	12	0,94
32	11	1,21
39	10	1,47
46	9	1,73
53	8	2,00
60	7	2,28
67	6	2,56
74	5	2,86
81	4	3,19
88	3	3,56
95	2	4,0
102	1	4,85

FORÇAS CORTANTES NO PILAR 2

Nº da barra	Andar	Q (tf)
5	15	0,137
12	14	0,527
19	13	0,894
26	12	1,26
33	11	1,64
40	10	2,00
47	9	2,37
54	8	2,73
61	7	3,10
68	6	3,49
75	5	3,89
82	4	4,31
89	3	4,74
96	2	5,22
103	1	5,40

FORÇAS CORTANTES NO PILAR 3

Nº da barra	Andar	Q (tf)
6	15	0,309
13	14	0,709
20	13	1,11
27	12	1,54
34	11	1,98
41	10	2,41
48	9	2,85
55	8	3,28
62	7	3,71
69	6	4,14
76	5	4,54
83	4	4,92
90	3	5,26
97	2	5,52
104	1	5,50

FORÇAS CORTANTES NO PILAR 4

Nº da barra	Andar	Q (tf)
7	15	0,19
14	14	0,39
21	13	0,60
28	12	0,82
35	11	1,05
42	10	1,27
49	9	1,50
56	8	1,71
63	7	1,93
70	6	2,15
77	5	2,34
84	4	2,52
91	3	2,66
98	2	2,78
105	1	2,74

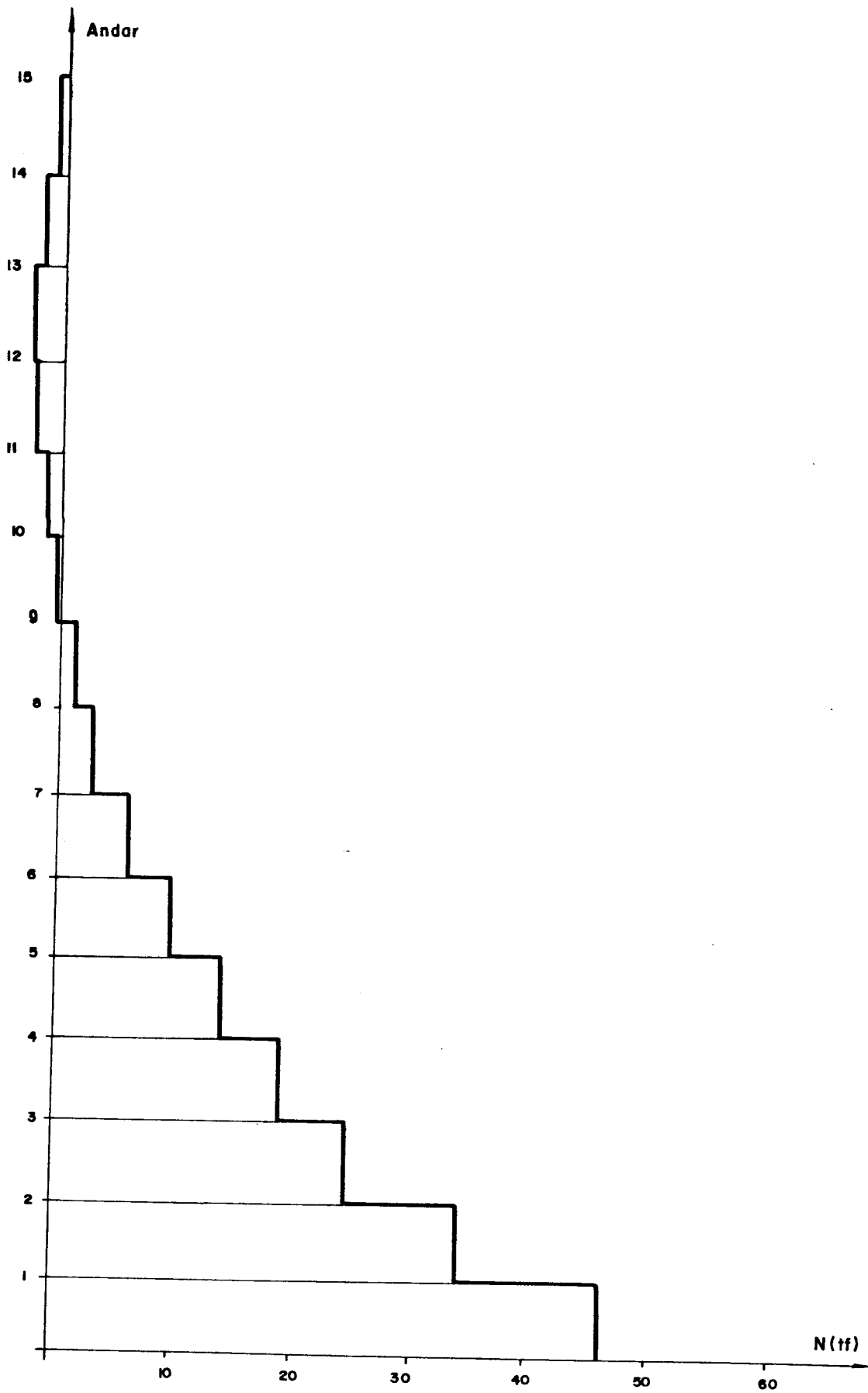


FIG.(III-3-04) - FORÇAS NORMAIS NO PILAR 1

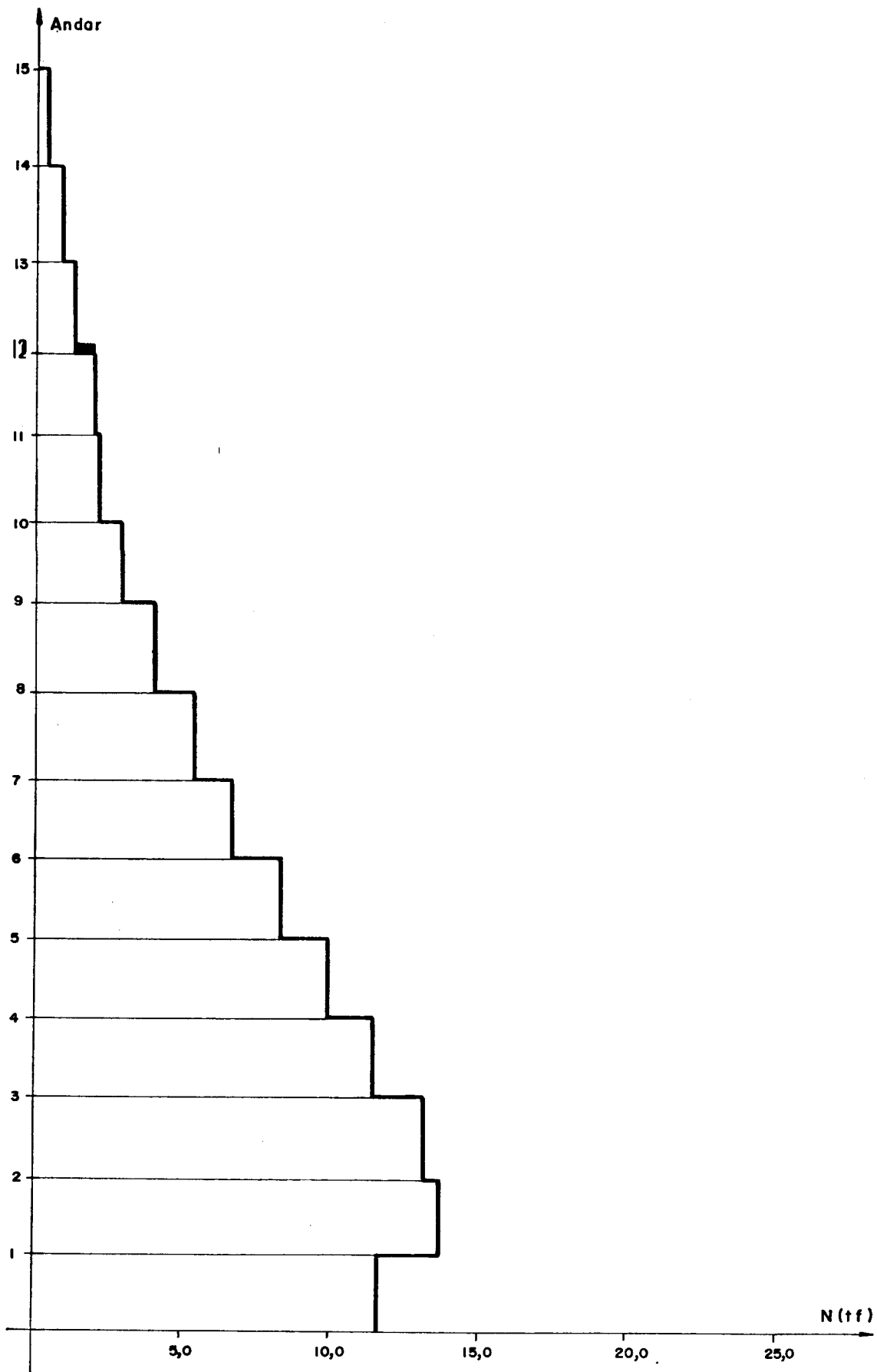


FIG. (III-3-05) - FORÇAS NORMAIS NO PILAR 2

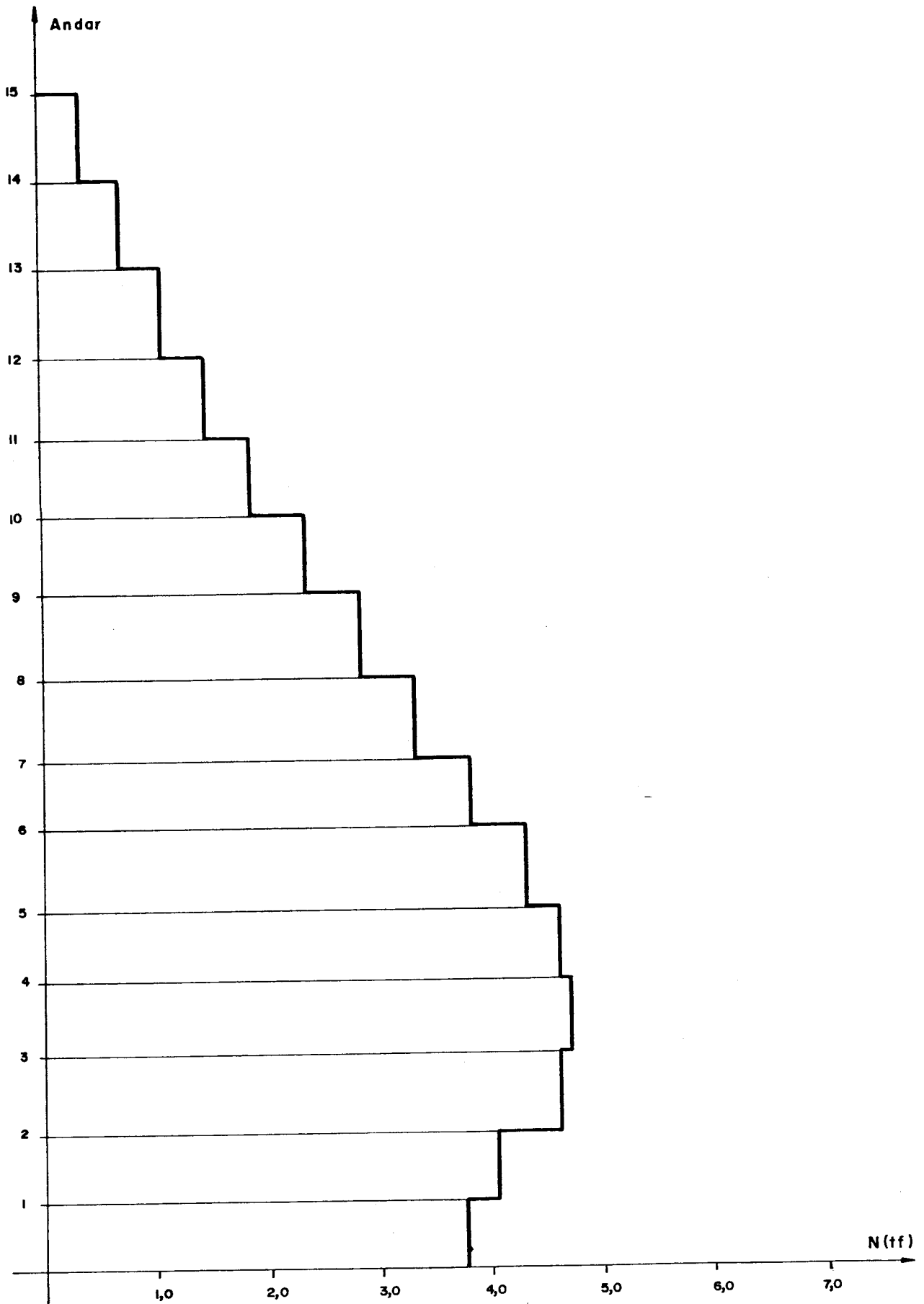


FIG. (III-3-06) - FORÇAS NORMAIS NO PILAR 3

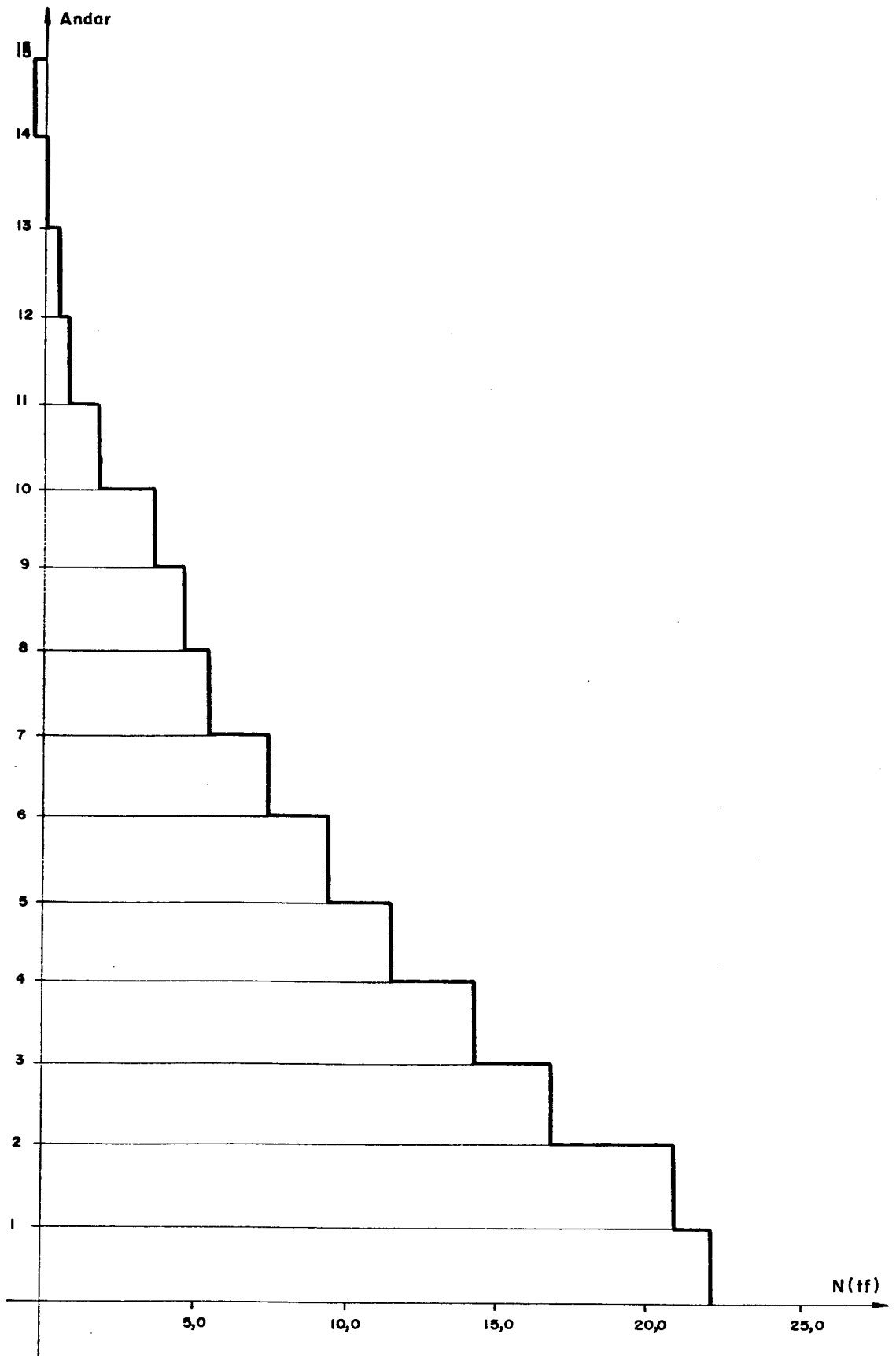


FIG.(III-3-07) - FORÇAS NORMAIS NO PILAR 5

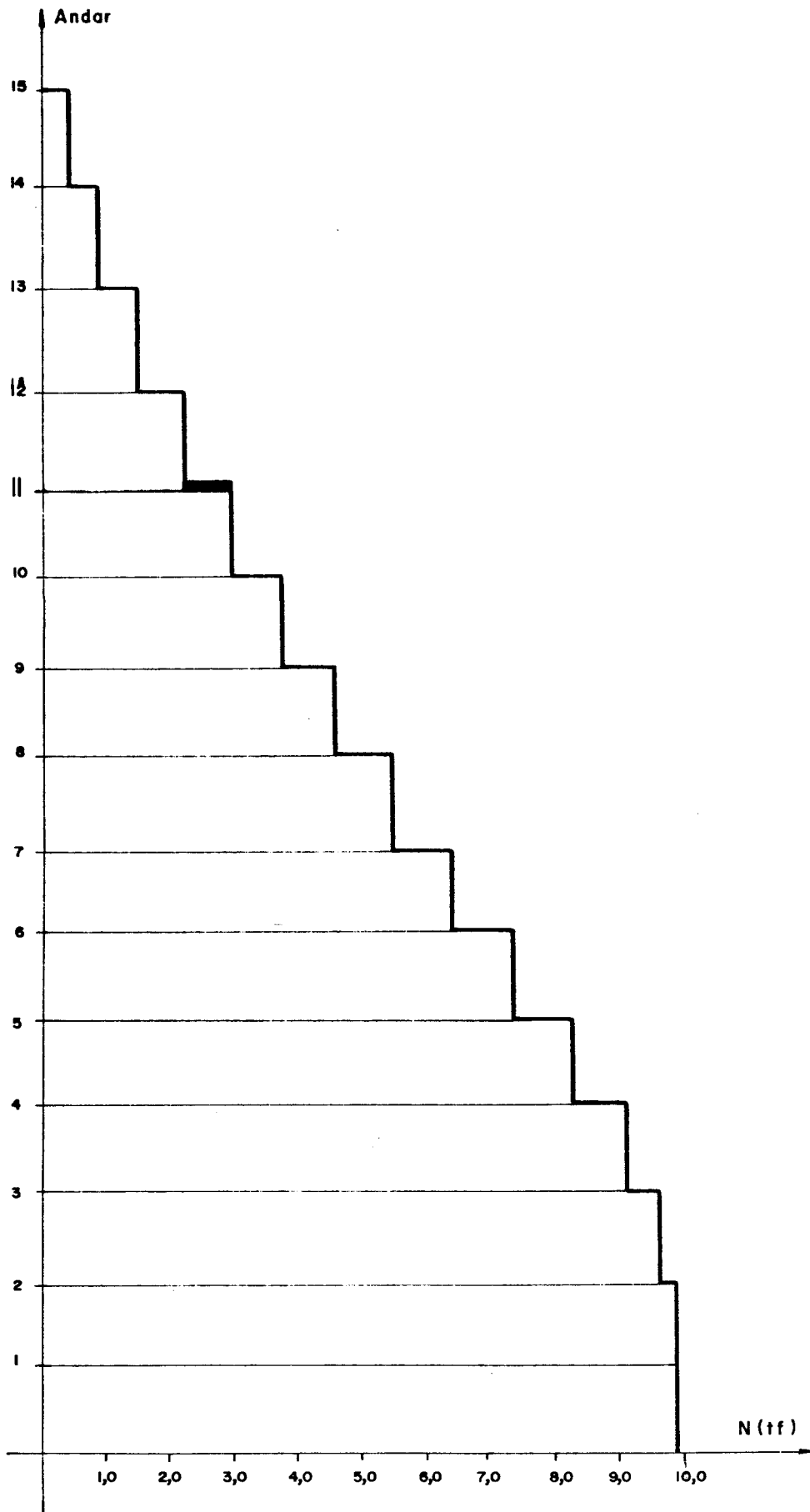


FIG.(III-3-06) - FORÇAS NORMAIS NO PILAR 6

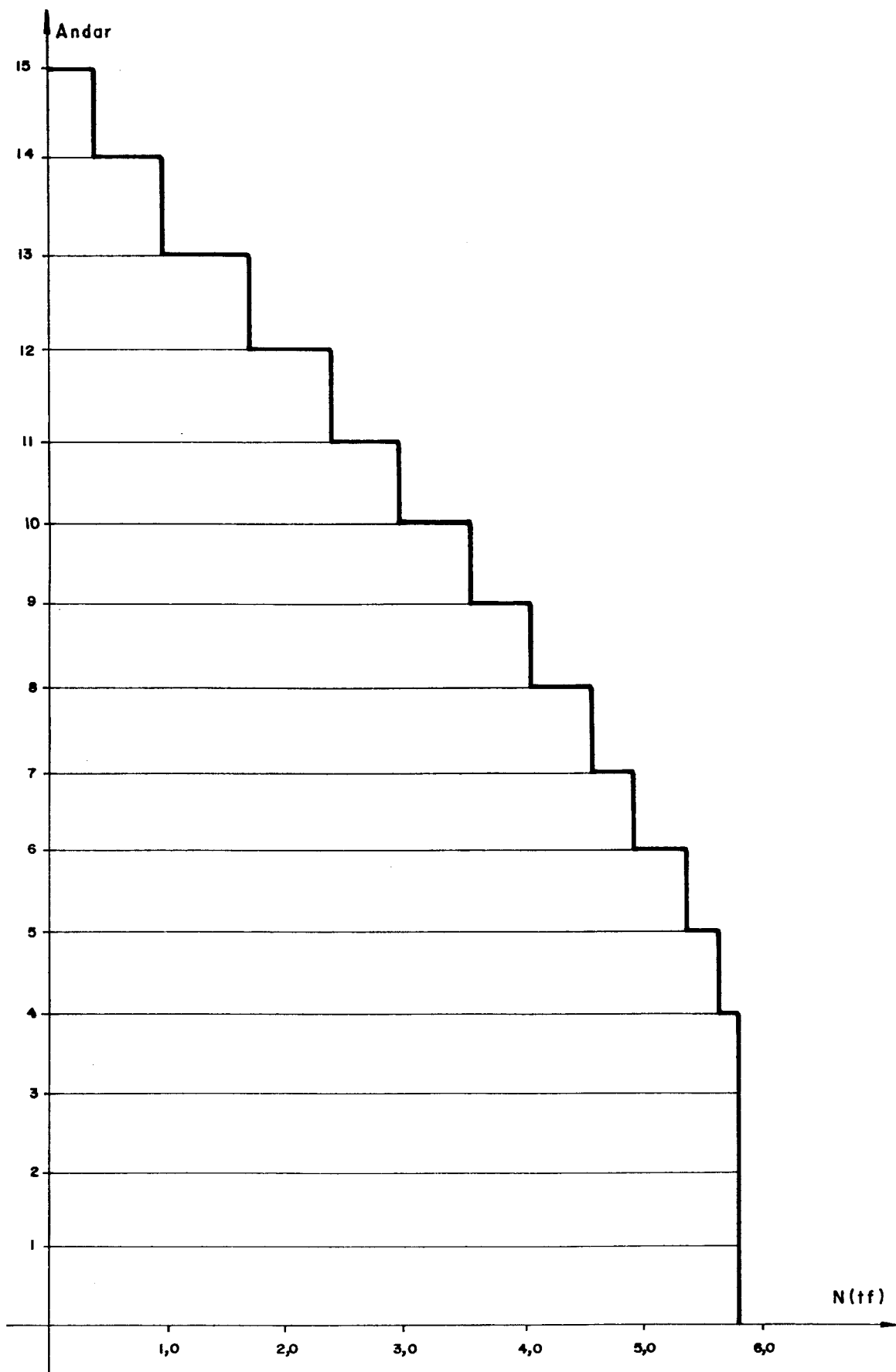


FIG. (III-3-09) - FORÇAS NORMAIS NO PILAR 7

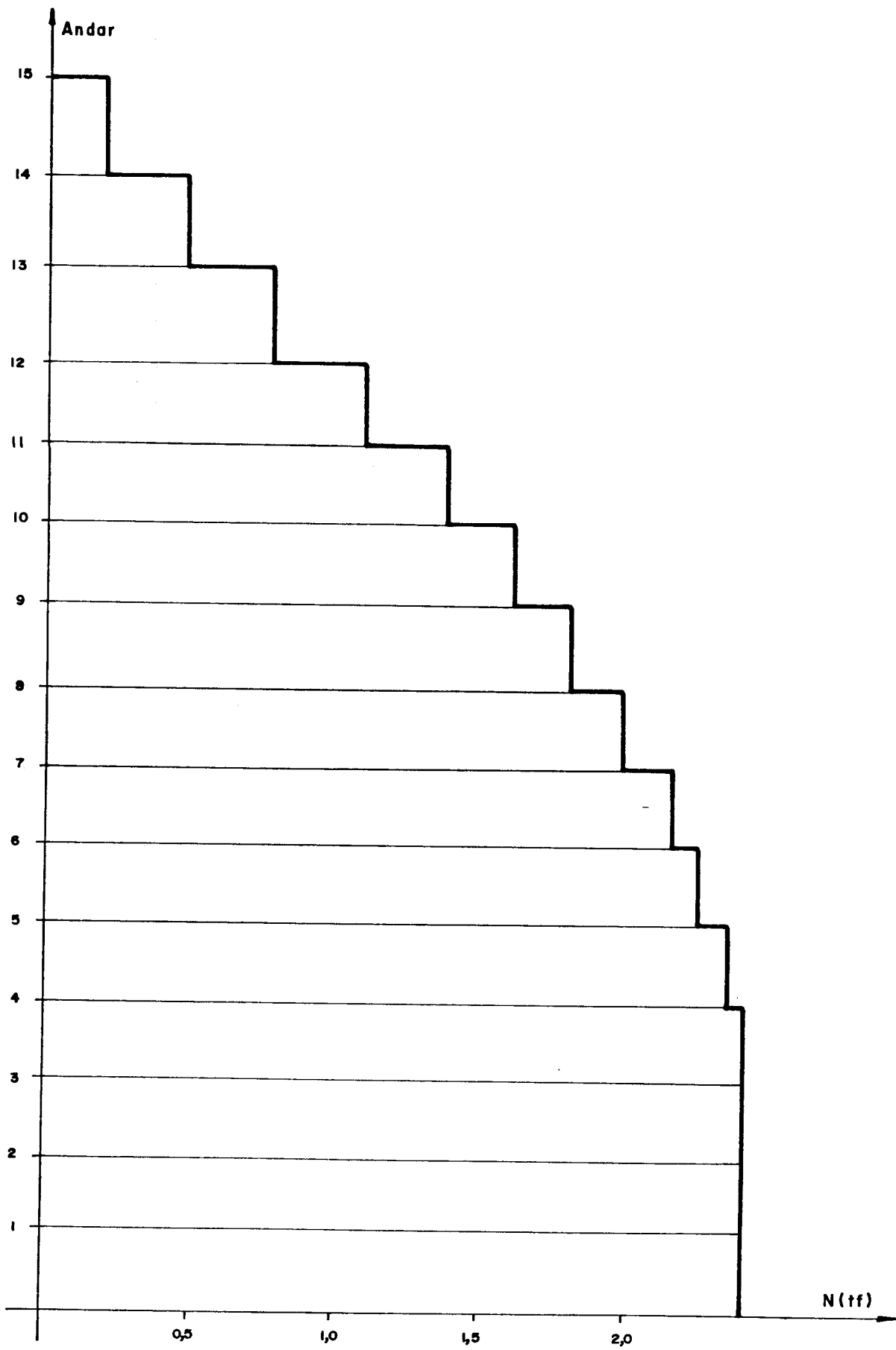


FIG.(III-3-10) - FORÇAS NORMAIS NO PILAR 8

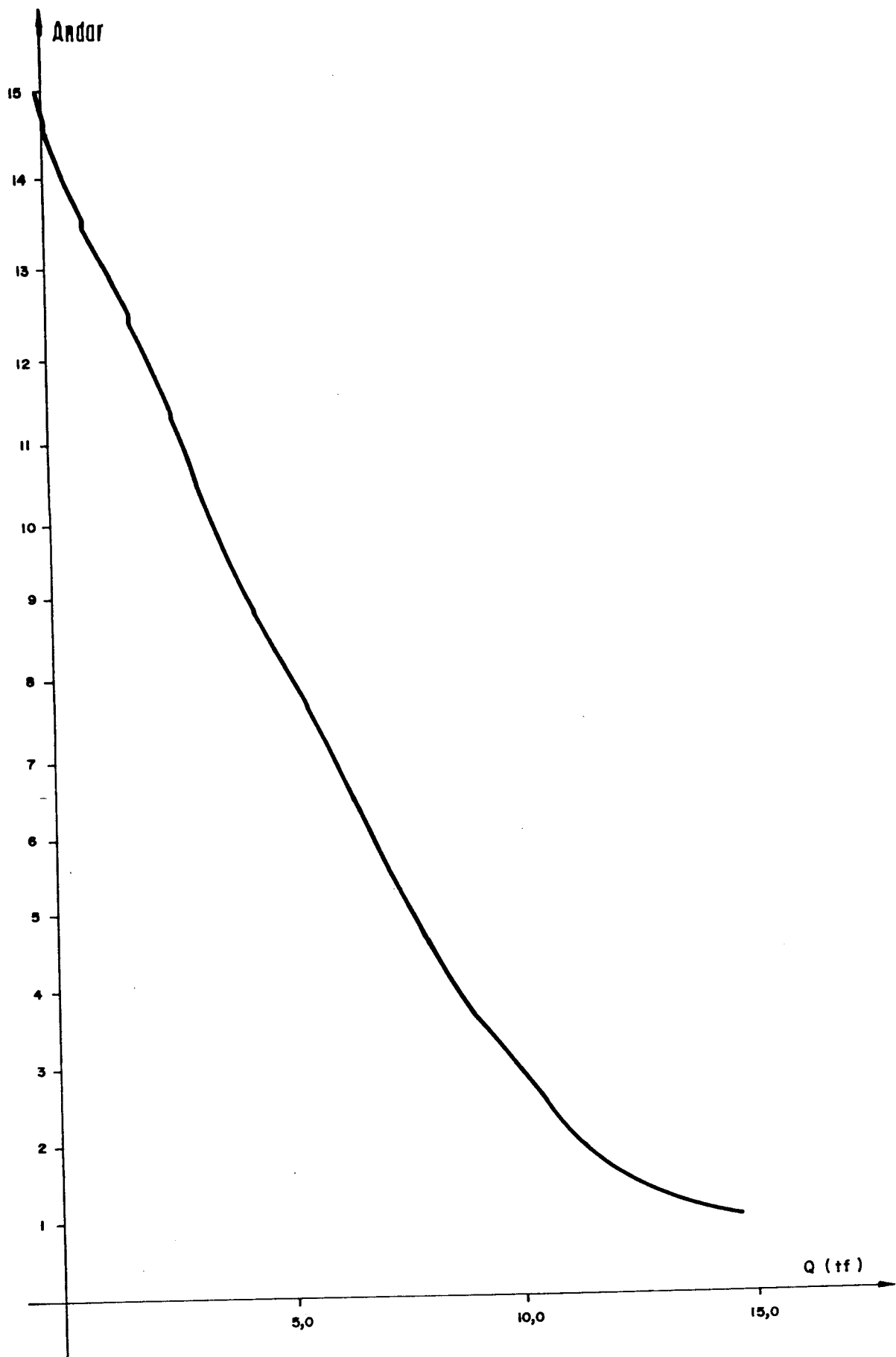


FIG.(III-3-II) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 1

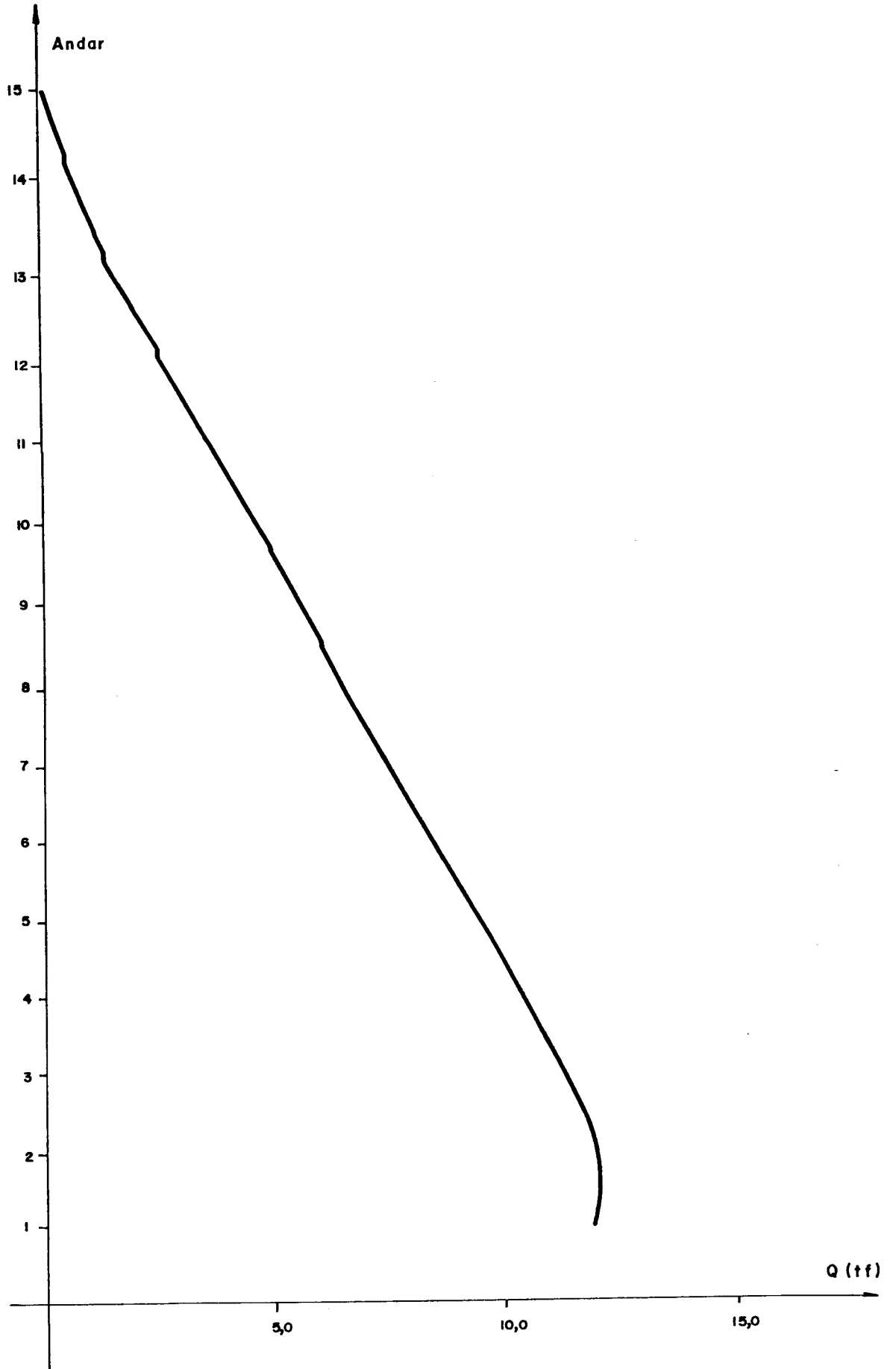


FIG. (III-8-12) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 2

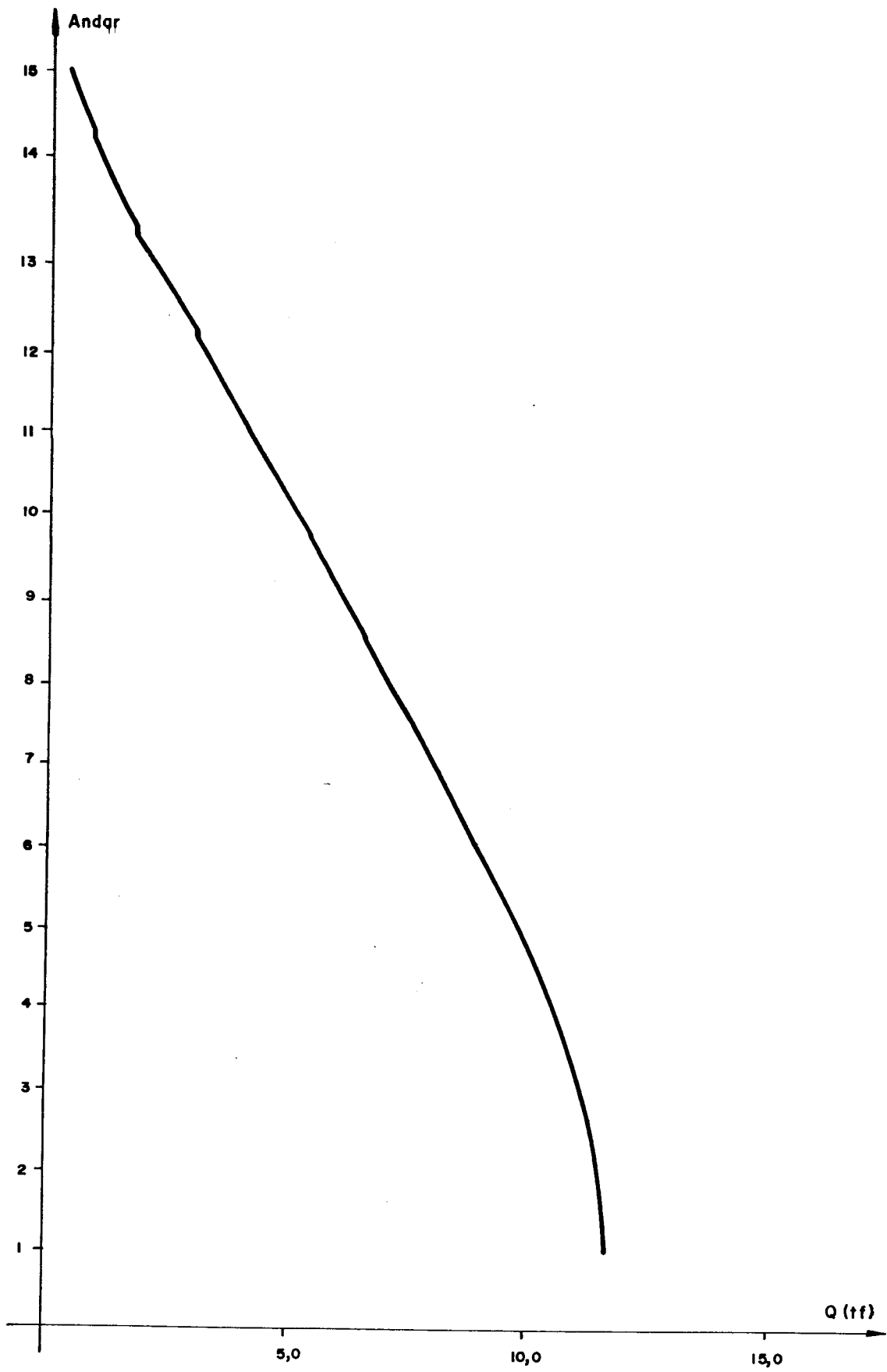


FIG. (III-3-13) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 3

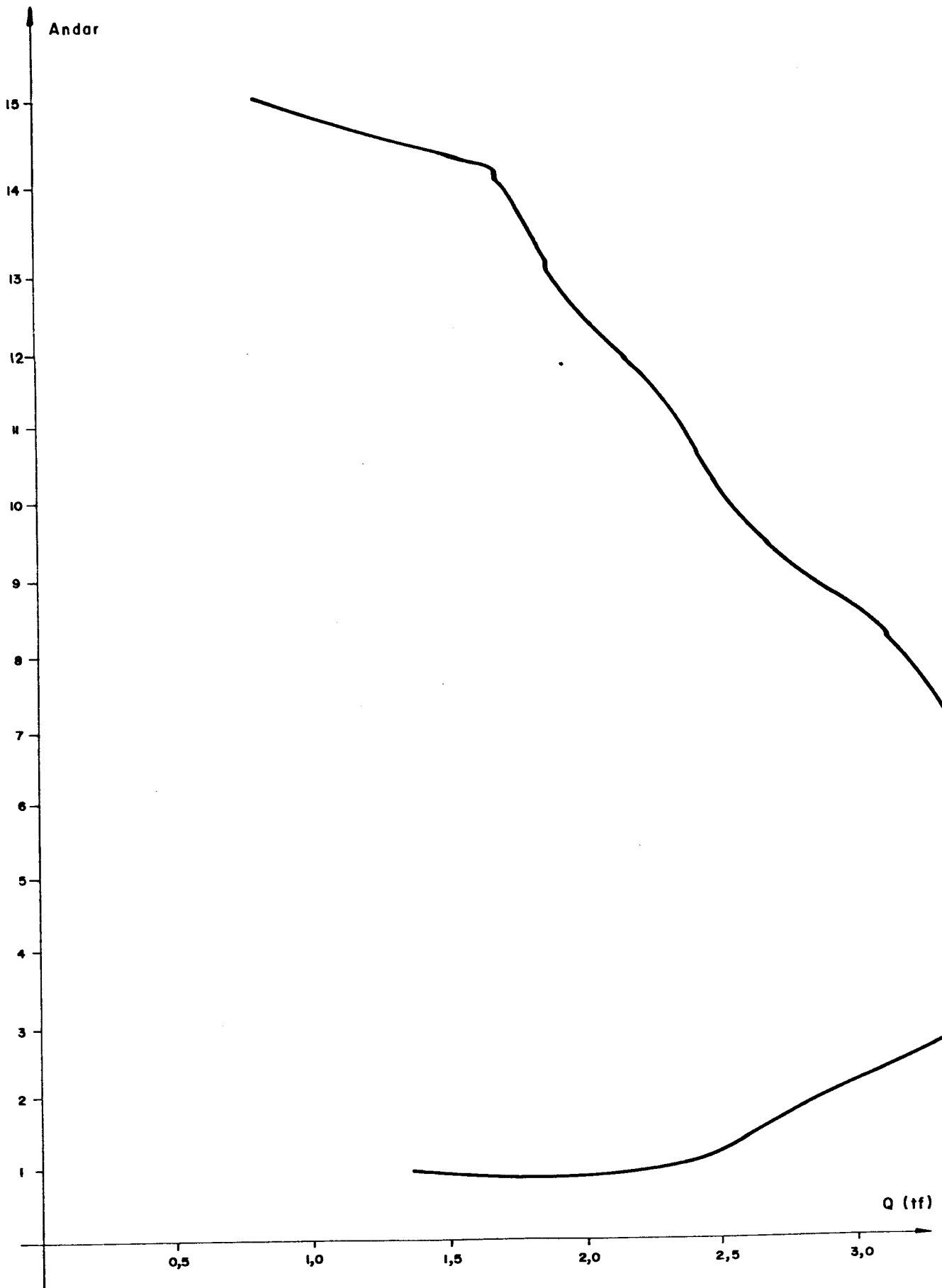


FIG.(III-3-14) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 4

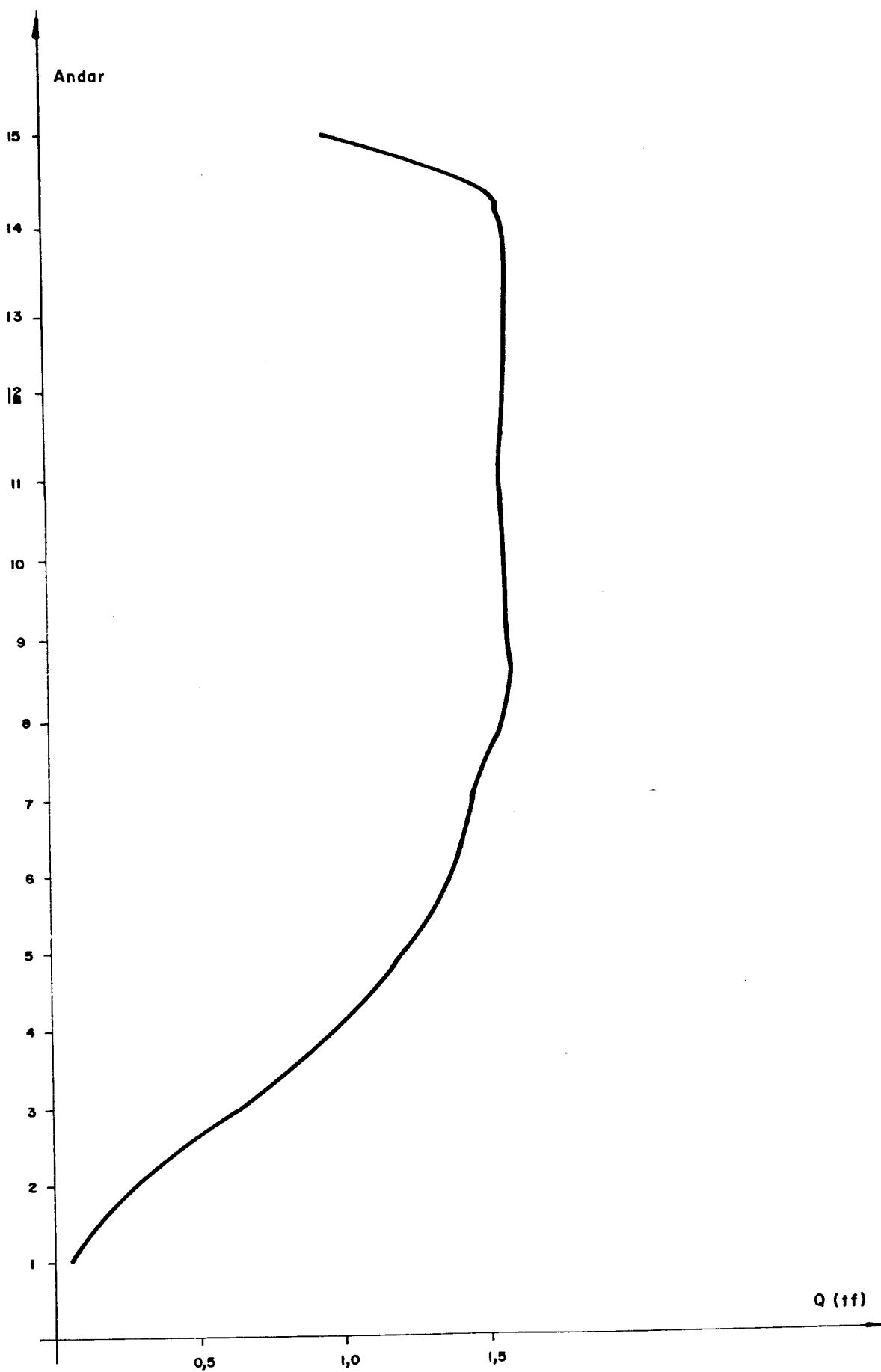


FIG. (III - 3 - 15) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 5

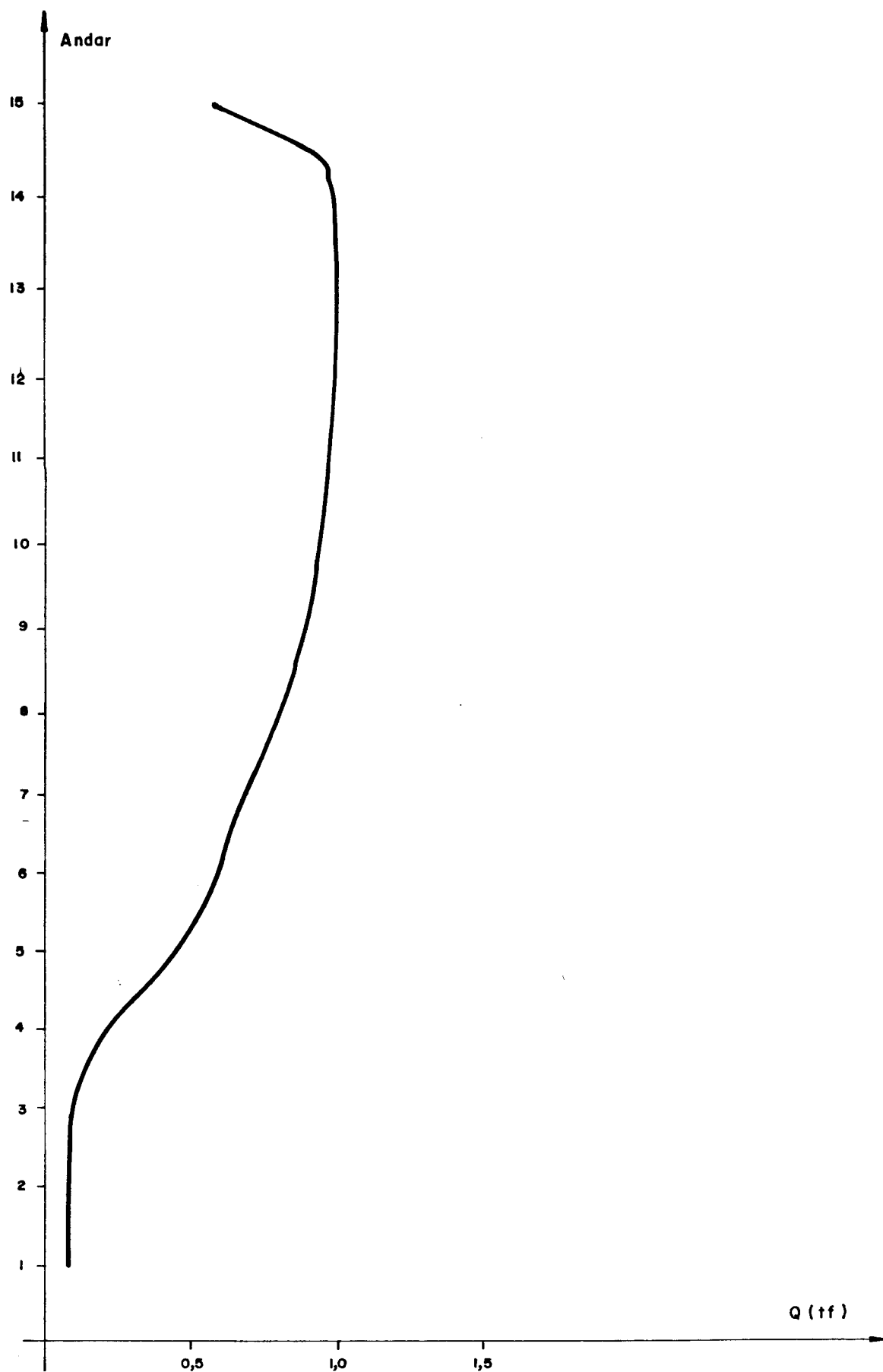


FIG. (III-3-16) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 6

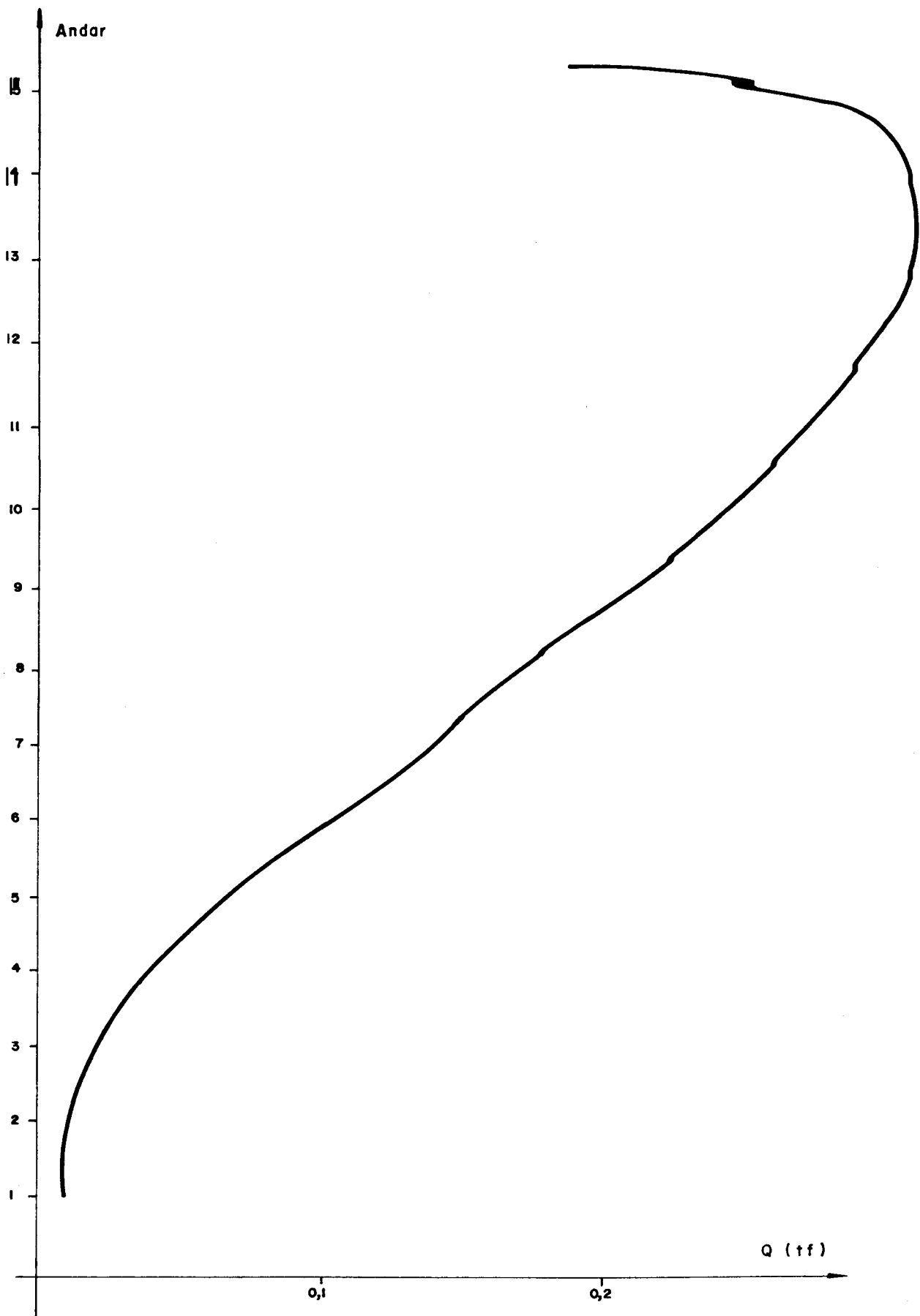


FIG. (III-8-17) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 7

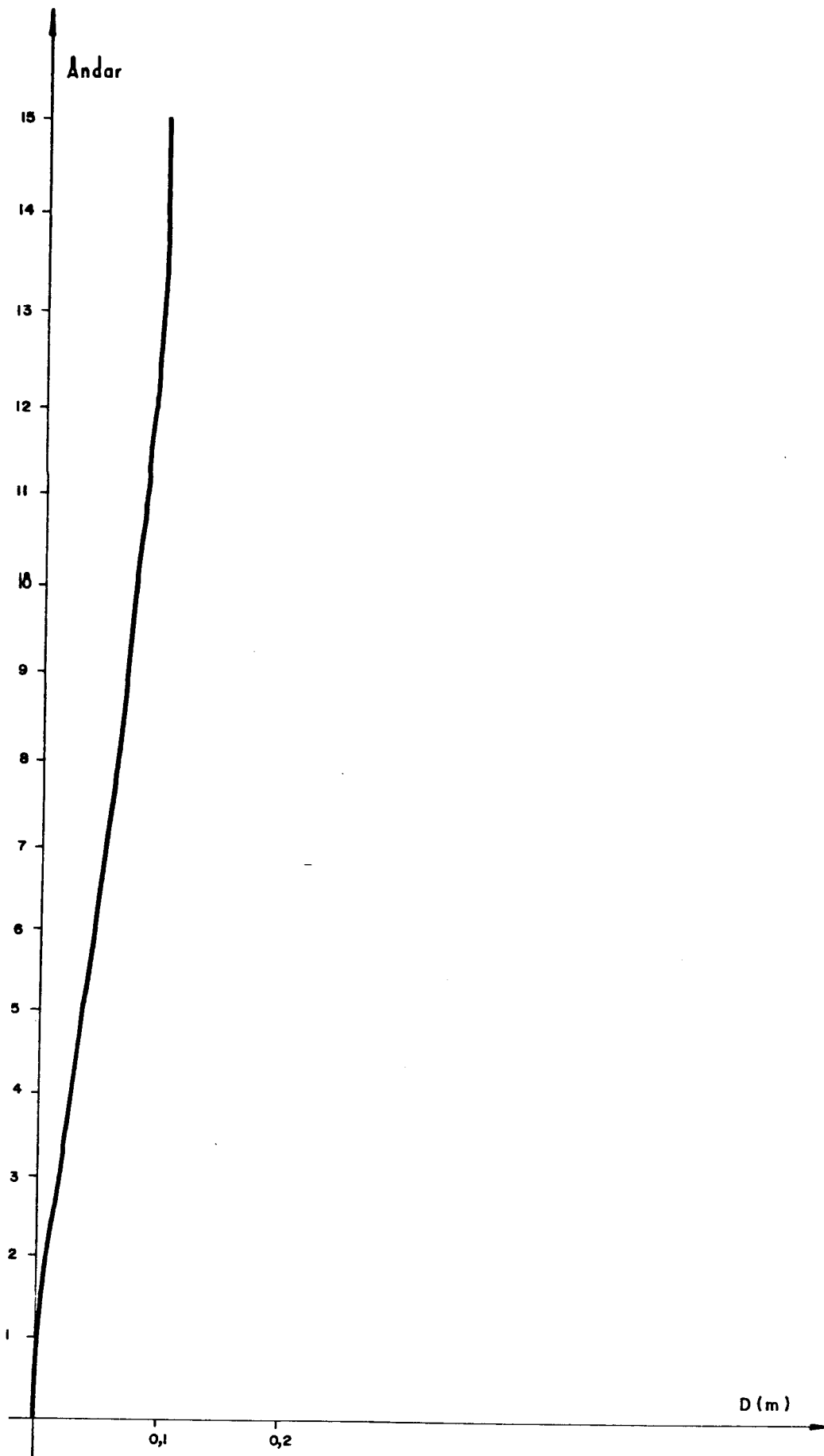


FIG. (III-3-18) - DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS

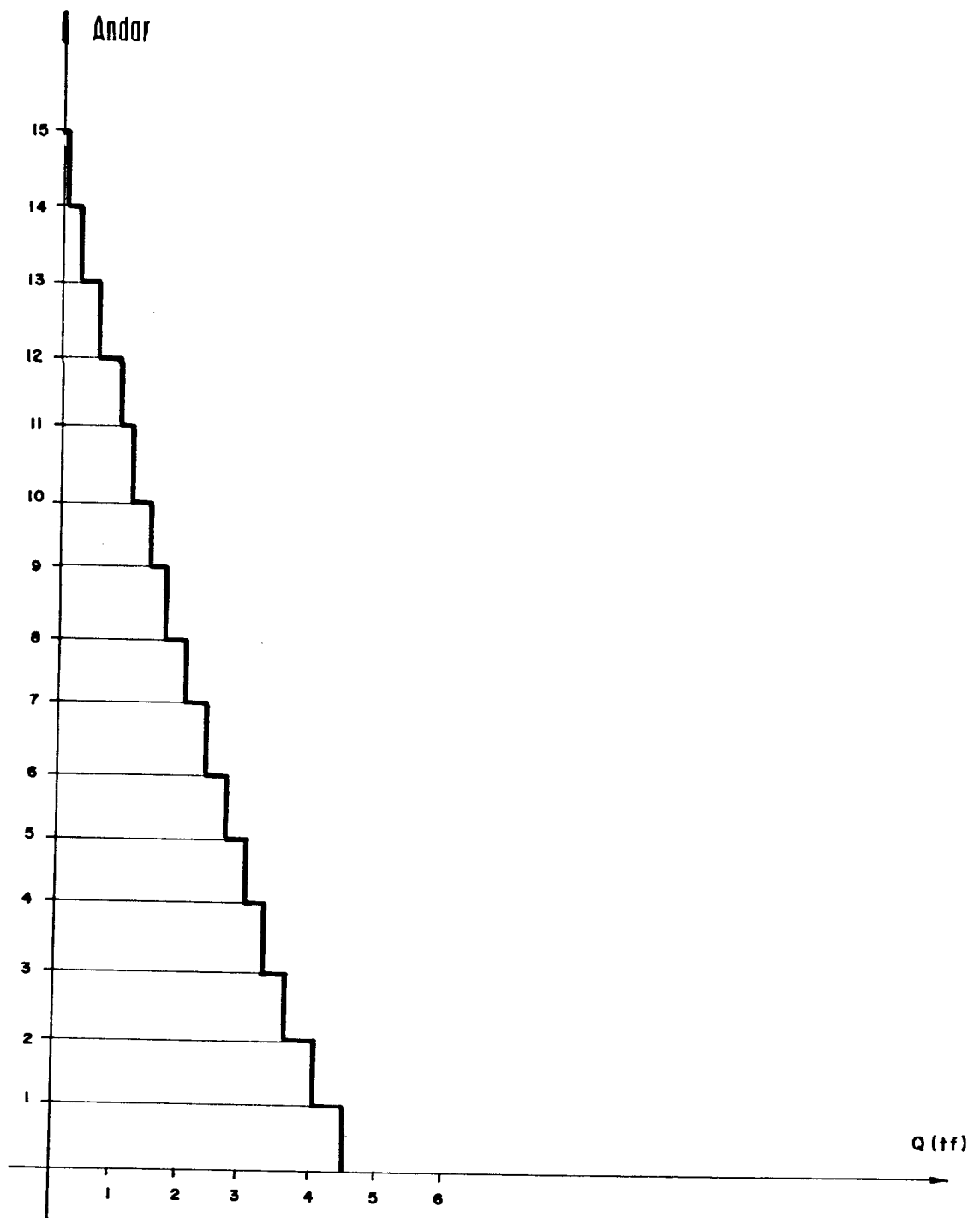


FIG. (III-3-19)-FORÇAS CORTANTES NO PILAR 1

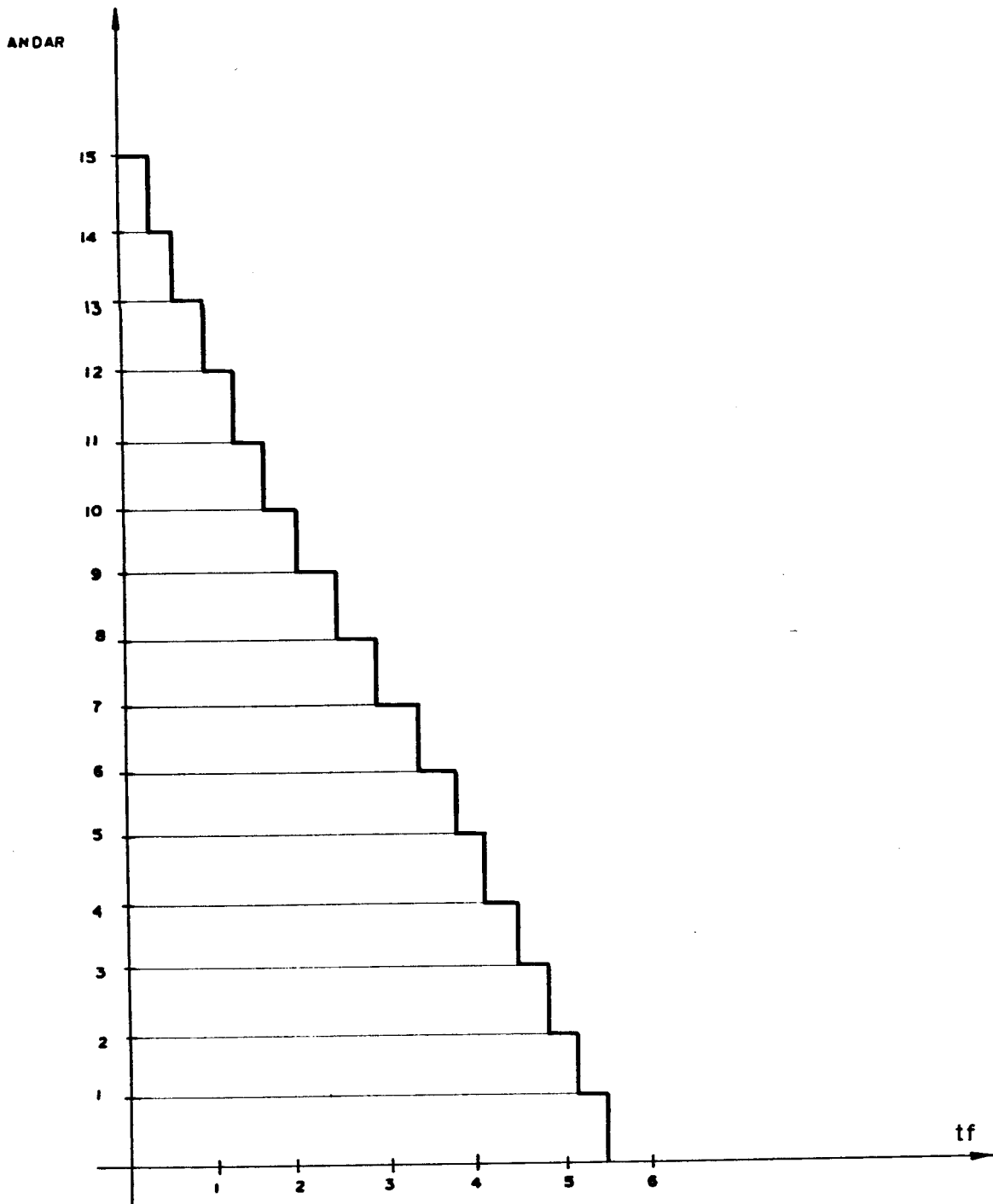


FIG. III-3-20) FORÇAS CORTANTES NO PILAR 2

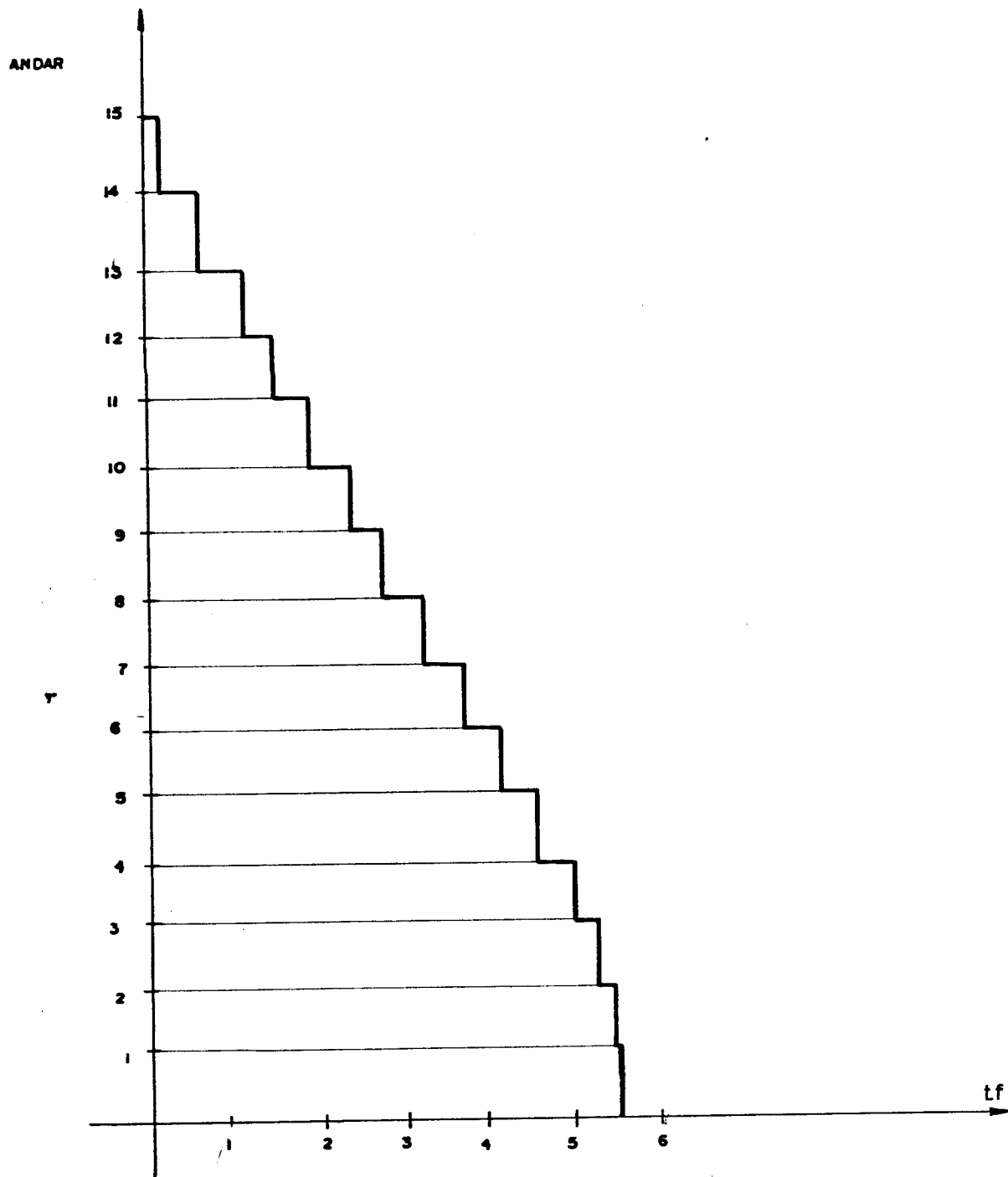


FIG.(III-3-21)FORÇAS CORTANTES NO PILAR 3

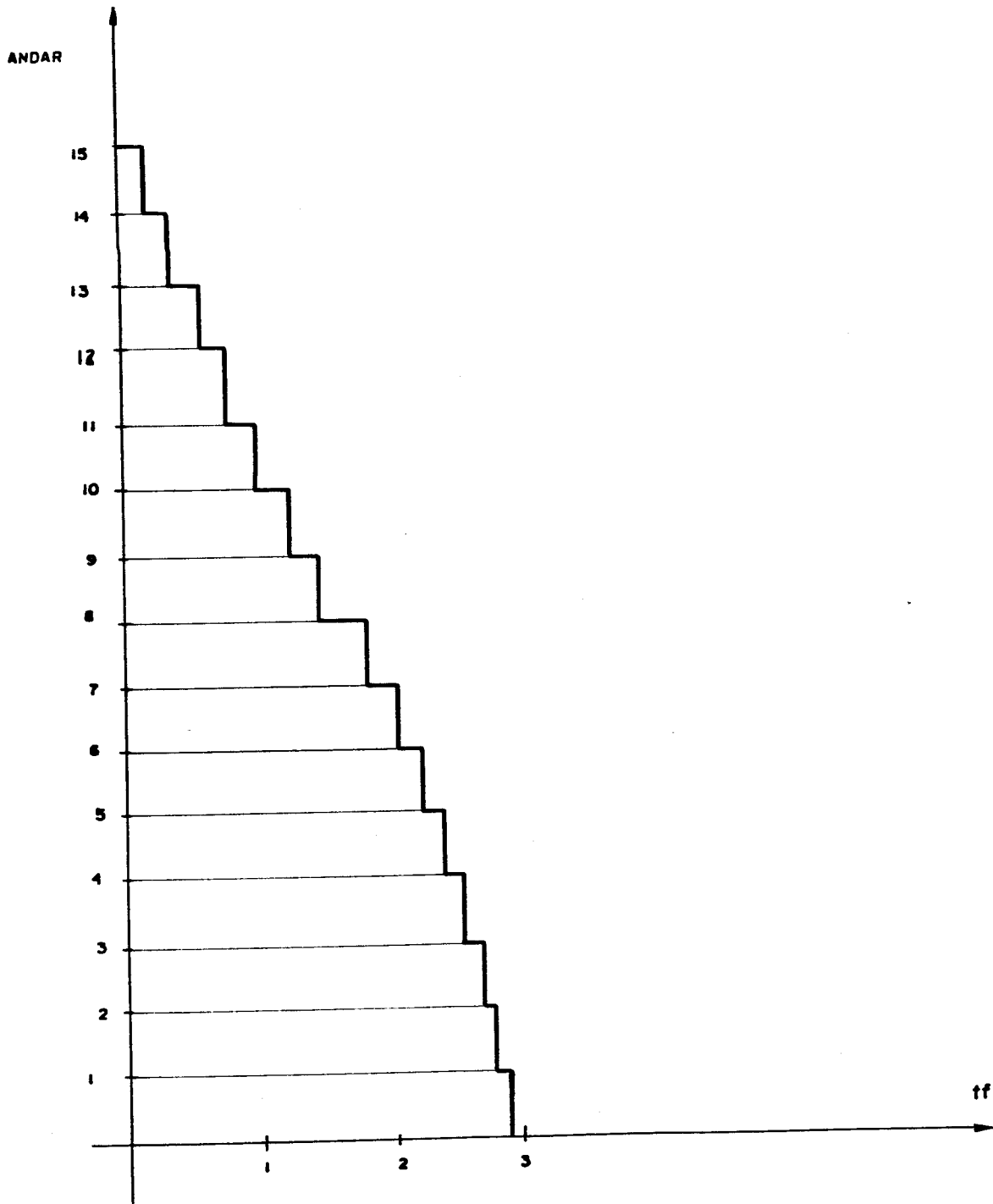
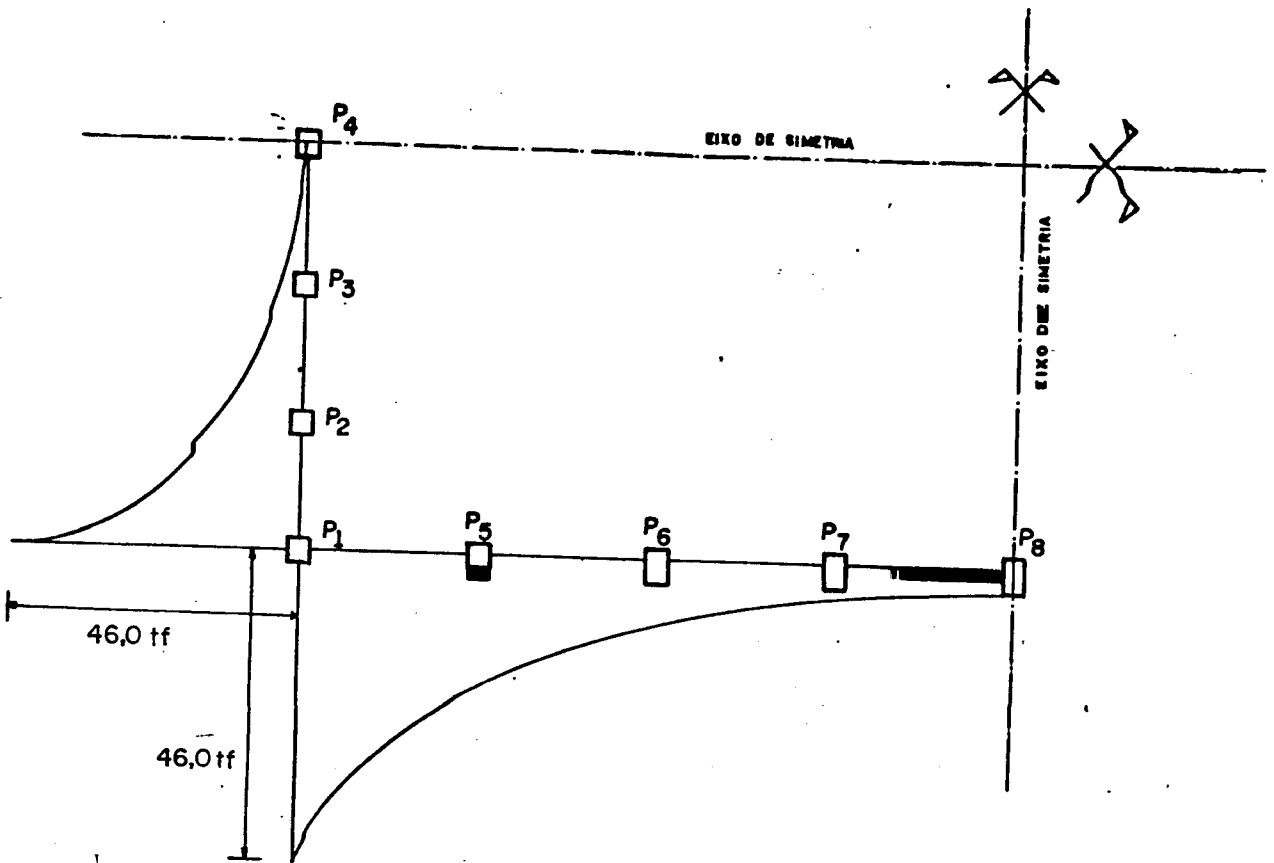
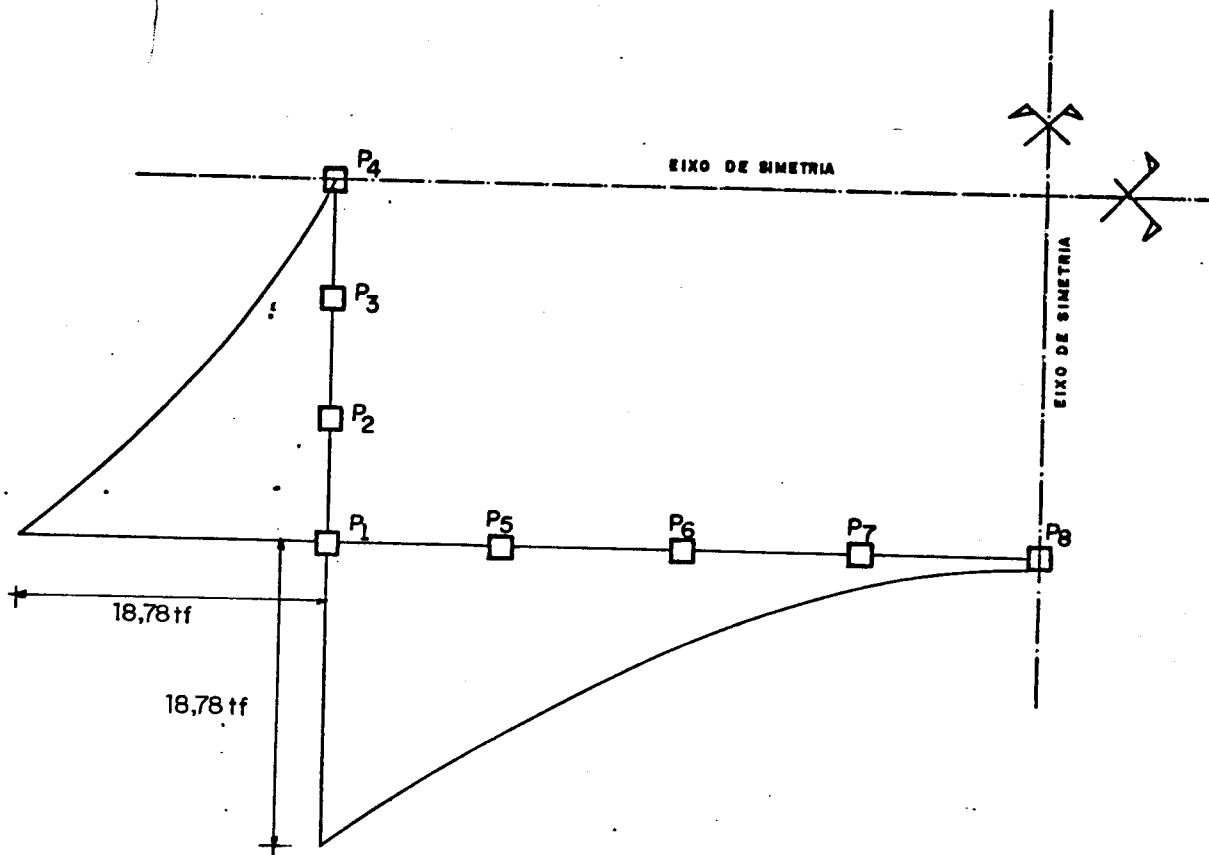


FIG.(III-3-22)FORÇAS CORTANTES NO PILAR 4



FIG(III-3-23)- EFEITO " SHEAR-LAG " PARA O 12º ANDAR DO EDIFÍCIO



FIG(III-3-24) - EFEITO " SHEAR-LAG " PARA O 42º ANDAR DO EDIFÍCIO

EXEMPLO III

IMPRESSÃO DOS RESULTADOS:

DADOS DA ESTRUTURA - PORTICO 1

NUMERO DE BARRAS.....	135
NUMERO DE GRAUS DE LIBERDADE.....	195
NUMERO DE NOS.....	80
NUMERO DE DESLOCAMENTOS IMPEDIDOS.....	45
NUMERO DE NOS BLCQUEADOS.....	20
MODULO DE ELASTICIDADE.....	0.200000E 07

III-117

COORDENADAS DEL PUNTO

NO	COORDENADA X	COORDENADA Y	TIPO DE PUNTO
1	0.0	45.000	1
2	1.500	45.000	0
3	3.000	45.000	0
4	4.500	45.000	0
5	6.000	45.000	2
6	0.0	42.000	1
7	1.500	42.000	0
8	3.000	42.000	0
9	4.500	42.000	0
10	6.000	42.000	2
11	0.0	39.000	1
12	1.500	39.000	0
13	3.000	39.000	0
14	4.500	39.000	0
15	6.000	39.000	2
16	0.0	36.000	1
17	1.500	36.000	0
18	3.000	36.000	0
19	4.500	36.000	0
20	6.000	36.000	2
21	0.0	33.000	1
22	1.500	33.000	0
23	3.000	33.000	0
24	4.500	33.000	0
25	6.000	33.000	2
26	0.0	30.000	1
27	1.500	30.000	0
28	3.000	30.000	0
29	4.500	30.000	0
30	6.000	30.000	2
31	0.0	27.000	1
32	1.500	27.000	0
33	3.000	27.000	0
34	4.500	27.000	0
35	6.000	27.000	2
36	0.0	24.000	1
37	1.500	24.000	0
38	3.000	24.000	0
39	4.500	24.000	0
40	6.000	24.000	2
41	0.0	21.000	1
42	1.500	21.000	0
43	3.000	21.000	0
44	4.500	21.000	0
45	6.000	21.000	2
46	0.0	18.000	1
47	1.500	18.000	0
48	3.000	18.000	0

INFORMACOES SOBRE AS BARRAS

INDICE	NO INICIAL	NO FINAL	AREA DA SECAO TRANSVERSAL	MOMENTO DE INERCIA	COMPRIMENTO
1	1	2	0.120000	0.003600	1.500000
2	2	3	0.120000	0.003600	1.500000
3	3	4	0.120000	0.003600	1.500000
4	4	5	0.120000	0.003600	1.500000
5	1	6	0.045000	0.000675	3.000000
6	2	7	0.090000	0.000675	3.000000
7	3	8	0.090000	0.000675	3.000000
8	4	9	0.090000	0.000675	3.000000
9	5	10	0.045000	0.000337	3.000000
10	6	7	0.120000	0.003600	1.500000
11	7	8	0.120000	0.003600	1.500000
12	8	9	0.120000	0.003600	1.500000
13	9	10	0.120000	0.003600	1.500000
14	6	11	0.045000	0.000675	3.000000
15	7	12	0.090000	0.000675	3.000000
16	8	13	0.090000	0.000675	3.000000
17	9	14	0.090000	0.000675	3.000000
18	10	15	0.045000	0.000337	3.000000
19	11	12	0.120000	0.003600	1.500000
20	12	13	0.120000	0.003600	1.500000
21	13	14	0.120000	0.003600	1.500000
22	14	15	0.120000	0.003600	1.500000

49	4.500	13.000	0
50	6.000	19.000	2
51	0.0	15.000	1
52	1.500	19.000	0
53	3.000	15.000	0
54	4.500	15.000	0
55	6.000	19.000	2
56	0.0	12.000	1
57	1.500	12.000	0
58	3.000	12.000	0
59	4.500	12.000	0
60	6.000	12.000	2
61	0.0	9.000	1
62	1.500	9.000	0
63	3.000	9.000	0
64	4.500	9.000	0
65	6.000	9.000	2
66	0.0	6.000	1
67	1.500	6.000	0
68	3.000	6.000	0
69	4.500	6.000	0
70	6.000	6.000	2
71	0.0	3.000	1
72	1.500	3.000	0
73	3.000	3.000	0
74	4.500	3.000	0
75	6.000	3.000	2
76	0.0	0.0	3
77	1.500	0.0	3
78	3.000	0.0	3
79	4.500	0.0	3
80	6.000	0.0	3

23	11	16	0.045000	0.000675	3.000000
24	12	17	0.090000	0.000675	3.000000
25	13	18	0.090000	0.000675	3.000000
26	14	19	0.090000	0.000675	3.000000
27	15	20	0.045000	0.000337	3.000000
28	16	17	0.120000	0.003600	1.500000
29	17	18	0.120000	0.003600	1.500000
30	18	19	0.120000	0.003600	1.500000
31	19	20	0.120000	0.003600	1.500000
32	16	21	0.045000	0.000675	3.000000
33	17	22	0.090000	0.000675	3.000000
34	18	23	0.090000	0.000675	3.000000
35	19	24	0.090000	0.000675	3.000000
36	20	25	0.045000	0.000337	3.000000
37	21	22	0.120000	0.003600	1.500000
38	22	23	0.120000	0.003600	1.500000
39	23	24	0.120000	0.003600	1.500000
40	24	25	0.120000	0.003600	1.500000
41	21	26	0.045000	0.000675	3.000000
42	22	27	0.090000	0.000675	3.000000
43	23	28	0.090000	0.000675	3.000000
44	24	29	0.090000	0.000675	3.000000
45	25	30	0.045000	0.000337	3.000000
46	26	27	0.120000	0.003600	1.500000
47	27	28	0.120000	0.003600	1.500000
48	28	29	0.120000	0.003600	1.500000

49	29	30	0.120000	0.003600	1.500000
50	26	31	0.045000	0.000675	3.000000
51	27	32	0.090000	0.000675	3.000000
52	28	33	0.090000	0.000675	3.000000
53	29	34	0.000000	0.000675	3.000000
54	30	35	0.045000	0.000337	3.000000
55	31	32	0.120000	0.003600	1.500000
56	32	33	0.120000	0.003600	1.500000
57	33	34	0.120000	0.003600	1.500000
58	34	35	0.120000	0.003600	1.500000
59	31	36	0.045000	0.000675	3.000000
60	32	37	0.090000	0.000675	3.000000
61	33	38	0.120000	0.000675	3.000000
62	34	39	0.090000	0.000675	3.000000
63	35	40	0.045000	0.000337	3.000000
64	36	37	0.120000	0.003600	1.500000
65	37	38	0.120000	0.003600	1.500000
66	38	39	0.120000	0.003600	1.500000
67	39	40	0.120000	0.003600	1.500000
68	36	41	0.045000	0.000675	3.000000
69	37	42	0.090000	0.000675	3.000000
70	38	43	0.090000	0.000675	3.000000
71	39	44	0.090000	0.000675	3.000000
72	40	45	0.045000	0.000337	3.000000
73	41	42	0.120000	0.003600	1.500000
74	42	43	0.120000	0.003600	1.500000
75	43	44	0.120000	0.003600	1.500000

76	44	45	0.120000	0.003600	1.500000
77	41	46	0.045000	0.000675	3.000000
78	42	47	0.090000	0.000675	3.000000
79	43	48	0.090000	0.000675	3.000000
80	44	49	0.090000	0.000675	3.000000
81	45	50	0.045000	0.000337	3.000000
82	46	47	0.120000	0.003600	1.500000
83	47	48	0.120000	0.003600	1.500000
84	48	49	0.120000	0.003600	1.500000
85	49	50	0.120000	0.003600	1.500000
86	46	51	0.045000	0.000675	3.000000
87	47	52	0.090000	0.000675	3.000000
88	48	53	0.090000	0.000675	3.000000
89	49	54	0.090000	0.000675	3.000000
90	50	55	0.045000	0.000337	3.000000
91	51	52	0.120000	0.003600	1.500000
92	52	53	0.120000	0.003600	1.500000
93	53	54	0.120000	0.003600	1.500000
94	54	55	0.120000	0.003600	1.500000
95	51	56	0.045000	0.000675	3.000000
96	52	57	0.090000	0.000675	3.000000
97	53	58	0.090000	0.000675	3.000000
98	54	59	0.090000	0.000675	3.000000
99	55	60	0.045000	0.000337	3.000000
100	56	57	0.120000	0.003600	1.500000
101	57	58	0.120000	0.003600	1.500000
102	58	59	0.120000	0.003600	1.500000
103	59	60	0.120000	0.003600	1.500000
104	56	61	0.045000	0.000675	3.000000
105	57	62	0.090000	0.000675	3.000000
106	58	63	0.090000	0.000675	3.000000

107	59	64	0.090000	0.000675	3-000000
108	60	65	0.045000	0.000337	3-000000
109	61	62	0.120000	0.003600	3-500000
110	62	63	0.120000	0.003600	3-500000
111	63	64	0.120000	0.003600	3-500000
112	64	65	0.120000	0.003600	3-500000
113	61	66	0.045000	0.000675	3-000000
114	62	67	0.090000	0.000675	3-000000
115	63	68	0.090000	0.000675	3-000000
116	64	69	0.090000	0.000675	3-000000
117	65	70	0.045000	0.000337	3-000000
118	66	67	0.120000	0.003600	3-500000
119	67	68	0.120000	0.003600	3-500000
120	69	69	0.120000	0.003600	3-500000
121	69	70	0.120000	0.003600	3-500000
122	66	71	0.045000	0.000675	3-000000
123	67	72	0.090000	0.000675	3-000000
124	68	73	0.090000	0.000675	3-000000
125	69	74	0.090000	0.000675	3-000000
126	70	75	0.045000	0.000337	3-000000
127	71	72	0.120000	0.003600	3-500000
128	72	73	0.120000	0.003600	3-500000
129	73	74	0.120000	0.003600	3-500000
130	74	75	0.120000	0.003600	3-500000
131	71	76	0.045000	0.000675	3-000000
132	72	77	0.090000	0.000675	3-000000
133	73	78	0.090000	0.000675	3-000000
134	74	79	0.090000	0.000675	3-000000
135	75	80	0.045000	0.000337	3-000000

RESTRICOES DE NO

NO	RL1	RL2	RL3
5	1	0	1
10	1	0	1
15	1	0	1
20	1	0	1
25	1	0	1
30	1	0	1
35	1	0	1
40	1	0	1
45	1	0	1
50	1	0	1
55	1	0	1
60	1	0	1
65	1	0	1
70	1	0	1
75	1	0	1
76	1	1	1
77	1	1	1
78	1	1	1
79	1	1	1
80	1	1	1

ACCIONES APLICADAS NOS NOS

NO	A1	A2	A3
1	0.0	1.000	0.0
6	0.0	1.000	0.0
11	0.0	1.000	0.0
16	0.0	1.000	0.0
21	0.0	1.000	0.0
26	0.0	1.000	0.0
31	0.0	1.000	0.0
36	0.0	1.000	0.0
41	0.0	1.000	0.0
46	0.0	1.000	0.0
51	0.0	1.000	0.0
56	0.0	1.000	0.0
61	0.0	1.000	0.0
66	0.0	1.000	0.0
71	0.0	1.000	0.0

DADOS DA ESTRUTURA - PORTICO 2

NUMERO DE BARRAS.....105
NUMERO DE GRAUS DE LIBERDADE.....165
NUMERO DE NOS..... 64
NUMERO DE DESLOCAMENTOS IMPEDIIDOS..... 27
NUMERO DE NOS BLOQUEADOS..... 19
MODULO DE ELASTICIDADE..... 0.2000000E 07

COORDENADAS DCS MCS

NO	COORDENADA X	COORDENADA Y	TIPO DE LU
1	0.0	45.000	1
2	1.400	45.000	0
3	2.800	45.000	0
4	4.200	45.000	2
5	0.0	42.000	1
6	1.400	42.000	0
7	2.800	42.000	0
8	4.200	42.000	2
9	0.0	39.000	1
10	1.400	39.000	0
11	2.800	39.000	0
12	4.200	39.000	2
13	0.0	36.000	1
14	1.400	36.000	0
15	2.800	36.000	0
16	4.200	36.000	2
17	0.0	33.000	1
18	1.400	33.000	0
19	2.800	33.000	0
20	4.200	33.000	2
21	0.0	30.000	1
22	1.400	30.000	0
23	2.800	30.000	0
24	4.200	30.000	2
25	0.0	27.000	1
26	1.400	27.000	0
27	2.800	27.000	0
28	4.200	27.000	2
29	0.0	24.000	1
30	1.400	24.000	0
31	2.800	24.000	0
32	4.200	24.000	2
33	0.0	21.000	1
34	1.400	21.000	0
35	2.800	21.000	0
36	4.200	21.000	2

37	0.0	18.000	1
38	1.400	18.000	0
39	2.800	18.000	0
40	4.200	18.000	2
41	0.0	15.000	1
42	1.400	15.000	0
43	2.800	15.000	0
44	4.200	15.000	2
45	0.0	12.000	1
46	1.400	12.000	0
47	2.800	12.000	0
48	4.200	12.000	2
49	0.0	9.000	1
50	1.400	9.000	0
51	2.800	9.000	0
52	4.200	9.000	2
53	0.0	6.000	1
54	1.400	6.000	0
55	2.800	6.000	0
56	4.200	6.000	2
57	0.0	3.000	1
58	1.400	3.000	0
59	2.800	3.000	0
60	4.200	3.000	2
61	0.0	0.0	3
62	1.400	0.0	3
63	2.800	0.0	3
64	4.200	0.0	3

INFORMACOES SOBRE AS BARRAS

INDICE	NO INICIAL	NO FINAL	AREA DA SECAO TRANSVERSAL	MOMENTO DE INERCIA	COMPRIMENTO
1	1	2	0.120000	0.003600	1.399999
2	2	3	0.120000	0.003600	1.399999
3	3	4	0.120000	0.003600	1.400000
4	1	5	0.045000	0.000675	3.000000
5	2	6	0.090000	0.000675	3.000000
6	3	7	0.090000	0.000675	3.000000
7	4	8	0.045000	0.000337	3.000000
9	5	6	0.120000	0.003600	1.399999
9	6	7	0.120000	0.003600	1.399999
10	7	8	0.120000	0.003600	1.400000
11	5	9	0.045000	0.000675	3.000000
12	6	10	0.090000	0.000675	3.000000
13	7	11	0.090000	0.000675	3.000000
14	8	12	0.045000	0.000337	3.000000
15	9	10	0.120000	0.003600	1.399999
16	10	11	0.120000	0.003600	1.399999
17	11	12	0.120000	0.003600	1.400000
18	9	13	0.045000	0.000675	3.000000
19	10	14	0.090000	0.000675	3.000000
20	11	15	0.090000	0.000675	3.000000
21	12	16	0.045000	0.000337	3.000000
22	13	14	0.120000	0.003600	1.399999
23	14	15	0.120000	0.003600	1.399999
24	15	16	0.120000	0.003600	1.400000
25	13	17	0.045000	0.000675	3.000000
26	14	18	0.090000	0.000675	3.000000
27	15	17	0.090000	0.000675	3.000000

24	16	20	0.045000	0.000337	1.399999
29	17	18	0.120000	0.003600	1.399999
30	18	19	0.120000	0.003600	1.399999
31	19	20	0.120000	0.003600	1.399999
32	17	21	0.045000	0.003600	1.400000
33	19	22	0.090000	0.003675	3.000000
34	19	23	0.090000	0.003675	3.000000
35	20	24	0.045000	0.003675	3.000000
36	21	22	0.120000	0.00337	3.000000
37	22	23	0.120000	0.003600	1.399999
38	23	24	0.120000	0.003600	1.399999
39	21	25	0.120000	0.003600	1.400000
40	22	26	0.045000	0.000675	3.000000
41	23	27	0.090000	0.000675	3.000000
42	24	28	0.090000	0.000675	3.000000
43	25	26	0.045000	0.000337	3.000000
44	26	27	0.120000	0.003600	1.399999
45	27	28	0.120000	0.003600	1.399999
46	25	29	0.120000	0.003600	1.400000
47	26	30	0.045000	0.000675	3.000000
48	27	31	0.090000	0.000675	3.000000
49	28	32	0.090000	0.000675	3.000000
50	29	30	0.045000	0.000337	3.000000
51	30	31	0.120000	0.003600	1.399999
52	31	32	0.120000	0.003600	1.399999
53	29	33	0.120000	0.003600	1.400000
54	30	34	0.045000	0.000675	3.000000
55	31	35	0.090000	0.000675	3.000000

56	32	36	0.045000	0.000337	3.000000
57	33	34	0.120000	0.003600	1.399999
58	34	35	0.120000	0.003600	1.399999
59	35	36	0.120000	0.003600	1.400000
60	33	37	0.045000	0.000675	3.000000
61	34	38	0.090000	0.000675	3.000000
62	35	39	0.090000	0.000675	3.000000
63	36	40	0.045000	0.000337	3.000000
64	37	38	0.120000	0.003600	1.399999
65	38	39	0.120000	0.003600	1.399999
66	39	40	0.120000	0.003600	1.400000
67	37	41	0.045000	0.000675	3.000000
68	38	42	0.090000	0.000675	3.000000
69	39	43	0.090000	0.000675	3.000000
70	40	44	0.045000	0.000337	3.000000
71	41	42	0.120000	0.003600	1.399999
72	42	43	0.120000	0.003600	1.399999
73	43	44	0.120000	0.003600	1.400000
74	41	45	0.045000	0.000675	3.000000
75	42	46	0.090000	0.000675	3.000000
76	43	47	0.090000	0.000675	3.000000
77	44	48	0.045000	0.000337	3.000000
78	45	46	0.120000	0.003600	1.399999
79	46	47	0.120000	0.003600	1.399999
80	47	48	0.120000	0.003600	1.400000
81	45	49	0.045000	0.000675	3.000000
82	46	50	0.090000	0.000675	3.000000
83	47	51	0.090000	0.000675	3.000000
84	48	52	0.045000	0.000337	3.000000
85	49	50	0.120000	0.003600	1.399999

86	50	0.120000	0.003600	1.399999
87	51	0.120000	0.003600	1.400000
88	52	0.045000	0.003675	3.000000
89	53	0.090000	0.000675	3.000000
90	54	0.090000	0.000675	3.000000
91	55	0.045000	0.000337	3.000000
92	56	0.120000	0.003600	1.399999
93	57	0.120000	0.003600	1.399999
94	58	0.045000	0.000675	1.000000
95	59	0.090000	0.000675	3.000000
96	60	0.045000	0.000675	3.000000
97	61	0.120000	0.000337	3.000000
98	62	0.120000	0.003600	3.000000
99	63	0.120000	0.003600	3.000000
100	64	0.045000	0.000675	3.000000
101	65	0.090000	0.000675	3.000000
102	66	0.090000	0.000675	3.000000
103	67	0.045000	0.000675	3.000000
104	68	0.090000	0.000675	3.000000
105	69	0.045000	0.000337	3.000000

RESTRICOES DE NO

NO	RL1	RL2	RL3
4	0	1	0
8	0	1	0
12	0	1	0
16	0	1	0
20	0	1	0
24	0	1	0
28	0	1	0
32	0	1	0
36	0	1	0
40	0	1	0
44	0	1	0
48	0	1	0
52	0	1	0
56	0	1	0
60	0	1	0
61	1	1	1
62	1	1	1
63	1	1	1
64	1	1	1

III-134

ACDES APLICADAS 105 105

NO	A1	A2	A3
1	0.0	1.000	0.0
5	0.0	1.000	0.0
9	0.0	1.000	0.0
13	0.0	1.000	0.0
17	0.0	1.000	0.0
21	0.0	1.000	0.0
25	0.0	1.000	0.0
29	0.0	1.000	0.0
33	0.0	1.000	0.0
37	0.0	1.000	0.0
41	0.0	1.000	0.0
45	0.0	1.000	0.0
49	0.0	1.000	0.0
53	0.0	1.000	0.0
57	0.0	1.000	0.0
1	0.640	0.0	0.0
5	1.280	0.0	0.0
9	1.280	0.0	0.0
13	1.280	0.0	0.0
17	1.280	0.0	0.0
21	1.280	0.0	0.0
25	1.280	0.0	0.0
29	1.280	0.0	0.0
33	1.280	0.0	0.0
37	1.280	0.0	0.0
41	1.280	0.0	0.0
45	1.280	0.0	0.0
49	1.280	0.0	0.0
53	1.280	0.0	0.0
57	1.280	0.0	0.0

FORÇAS DE INTERACAO APLICADA NOS NOS

10	11	12	13
1	0.0	0.378	0.0
5	0.0	1.141	0.0
9	0.0	1.671	0.0
13	0.0	2.201	0.0
17	0.0	2.727	0.0
21	0.0	3.233	0.0
25	0.0	3.728	0.0
29	0.0	4.227	0.0
33	0.0	4.726	0.0
37	0.0	5.218	0.0
41	0.0	5.708	0.0
45	0.0	6.201	0.0
49	0.0	6.712	0.0
53	0.0	7.269	0.0
57	0.0	7.956	0.0

RESULTADOS - PORTICO 2

DESLOCAMENTOS NOS NOS

NO	D1	D2	D3
1	0.1003546E 00	0.2465382E-02	-0.6550921E-03
2	0.1003513E 00	0.1570057E-02	-0.6208024E-03
3	0.1003439E 00	0.7494958E-03	-0.5623742E-03
4	0.1003481E 00	0.0	-0.5335966E-03
5	0.9820664E-01	0.2480298E-02	-0.6956765E-03
6	0.9820383E-01	0.1564874E-02	-0.6371399E-03
7	0.9819716E-01	0.7442345E-03	-0.5756919E-03
8	0.9319603E-01	0.0	-0.5467134E-03
9	0.9538072E-01	0.2514309E-02	-0.7717512E-03
10	0.9537470E-01	0.1554008E-02	-0.6665743E-03
11	0.9537095E-01	0.7320908E-03	-0.5888620E-03
12	0.9536970E-01	0.0	-0.5562524E-03
13	0.9183758E-01	0.2556708E-02	-0.8577681E-03
14	0.9183130E-01	0.1537425E-02	-0.7016878E-03
15	0.9182823E-01	0.7133291E-03	-0.6300597E-03
16	0.9132709E-01	0.0	-0.5014770E-03
17	0.8756429E-01	0.2595894E-02	-0.9475825E-03
18	0.8755845E-01	0.1513070E-02	-0.7389232E-03
19	0.8755481E-01	0.6880338E-03	-0.6083783E-03
20	0.8755368E-01	0.0	-0.5319018E-03
21	0.8256882E-01	0.2623398E-02	-0.1035581E-02
22	0.8256292E-01	0.1478043E-02	-0.7741498E-03
23	0.8255929E-01	0.6557694E-03	-0.6123760E-03
24	0.8255816E-01	0.0	-0.5567907E-03
25	0.7688767E-01	0.2631195E-02	-0.1119102E-02
26	0.7688189E-01	0.1428914E-02	-0.8049728E-03
27	0.7687813E-01	0.6159965E-03	-0.6111069E-03
28	0.7687688E-01	0.0	-0.5460561E-03
29	0.7052341E-01	0.2611499E-02	-0.1196593E-02
30	0.7051975E-01	0.1362053E-02	-0.8290720E-03
31	0.7051617E-01	0.5679804E-03	-0.6038735E-03
32	0.7051510E-01	0.0	-0.5299065E-03
33	0.6349146E-01	0.2555810E-02	-0.1264147E-02
34	0.6348574E-01	0.1273933E-02	-0.8633498E-03
35	0.6348222E-01	0.5112244E-03	-0.5892634E-03
36	0.6348109E-01	0.0	-0.5079657E-03
37	0.5561577E-01	0.2454665E-02	-0.1316448E-02
38	0.5561121E-01	0.1161258E-02	-0.8441200E-03
39	0.5560666E-01	0.4456881E-03	-0.5659487E-03
40	0.5560572E-01	0.0	-0.4802027E-03
41	0.4753753E-01	0.2297245E-02	-0.1349350E-02
42	0.4753193E-01	0.1021211E-02	-0.8269572E-03
43	0.4752467E-01	0.3722311E-03	-0.5330264E-03
44	0.4752163E-01	0.0	-0.4474367E-03
45	0.3873555E-01	0.2070440E-02	-0.1353246E-02
46	0.3873016E-01	0.8519763E-03	-0.7360884E-03
47	0.3869699E-01	0.2928665E-03	-0.4900643E-03
48	0.3869604E-01	0.0	-0.4113917E-03
49	0.2938272E-01	0.1757382E-02	-0.1316373E-02
50	0.2937706E-01	0.5938241E-03	-0.7137316E-03
51	0.2937437E-01	0.2114510E-03	-0.4176487E-03
52	0.2937146E-01	0.0	-0.3747405E-03
53	0.1951161E-01	0.1339707E-02	-0.8268772E-03
54	0.1964569E-01	0.4314806E-03	-0.5999595E-03
55	0.1964334E-01	0.1331761E-03	-0.3785724E-03
56	0.1964253E-01	0.0	-0.3605144E-03
57	0.9623028E-02	0.7673226E-03	-0.1025516E-02
58	0.9620536E-02	0.1995575E-03	-0.6206742E-03
59	0.9619776E-02	0.6402719E-04	-0.3192120E-03
60	0.9619586E-02	0.0	-0.3040389E-03
61	0.0	0.0	0.0
62	0.0	0.0	0.0
63	0.0	0.0	0.0
64	0.0	0.0	0.0

ESFORCOS NAS EXTREMIDADES DAS BARRAS

BARRA	AML	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6
1	0.5703125E 00	0.6915283E-01	-0.1278219E 00	-0.5703125E 00	-0.6915283E-01	0.224 8688E 00
2	0.4023438E 00	-0.2412415E 00	-0.4693651E 00	-0.4023438E 00	-0.2412415E 00	0.131 6223E 00
3	0.1523438E 00	-0.5567932E 00	-0.5377531E 00	-0.1523438E 00	-0.5567932E 00	-0.241 7603E 00
4	0.447495E 00	0.7309532E-01	0.1279049E 00	-0.447495E 00	-0.7309532E-01	0.913 8107E-01
5	-0.3111420E 00	0.1581726E 00	0.2445679E 00	0.3111420E 00	-0.1581726E 00	0.229 8737E 00
6	-0.3156738E 00	0.2667894E 00	0.4361785E 00	0.3156738E 00	-0.2667894E 00	0.354 1908E 00
7	0.0	0.1592222E 00	0.2417856E 00	0.0	-0.1592222E 00	0.235 8913E 00
8	0.1060070E 01	-0.5526581E 00	-0.6877632E 00	-0.1060070E 01	0.5526581E 00	-0.856 6284E-01
9	0.6210939E 00	-0.8924103E 00	-0.9408853E 00	-0.6210939E 00	0.8924103E 00	-0.308 6548E 00
10	0.1492188E 00	-0.1335084E 01	-0.1362594E 01	-0.1492188E 00	0.1335084E 01	-0.764 5264E 00
11	0.1035324E 01	0.3748827E 00	0.5465319E 00	-0.1035324E 01	-0.3748827E 00	0.529 0704E 00
12	-0.6918850E 00	0.5223764E 00	0.7967052E 00	0.6918850E 00	-0.5223764E 00	0.770 2141E 00
13	-0.7286224E 00	0.6476221E 00	0.9771798E 00	0.7286224E 00	-0.6476221E 00	0.960 5170E 00
14	0.0	0.3510504E 00	0.5287135E 00	0.0	-0.3510504E 00	0.520 4379E 00
15	0.1023438E 01	-0.1469280E 01	-0.1555347E 01	-0.1023438E 01	0.1469280E 01	-0.470 5200E 00
16	0.6406250E 00	-0.1791199E 01	-0.1653519E 01	-0.6406250E 00	0.1791199E 01	-0.850 1718E 00
17	0.2148438E 00	-0.2148019E 01	-0.1699306E 01	-0.2148438E 00	0.2148019E 01	-0.130 3892E 01
18	0.1256938E 01	0.6572834E 00	0.1027601E 01	-0.1256938E 01	-0.6572834E 00	0.950 2354E 00
19	-0.9948730E 00	0.9948878E 00	0.1357056E 01	0.9948730E 00	-0.9948878E 00	0.150 8380E 01
20	-0.1125732E 01	0.1055604E 01	0.1598471E 01	0.1125732E 01	-0.1055604E 01	0.850 2746E 00
21	0.0	0.5599513E 00	0.8396192E 00	0.0	-0.5599513E 00	0.750 7306E 00
22	0.9843750E 00	-0.2232211E 01	-0.2399909E 01	-0.9843750E 00	0.2232211E 01	-0.130 9973E 01
23	0.4171875E 00	-0.2747757E 01	-0.247109E 01	-0.4171875E 00	0.2747757E 01	-0.200 3047E 01
24	0.1875000E 00	-0.3141159E 01	-0.2397126E 01	-0.1875000E 00	0.3141159E 01	-0.130 5831E 01
25	0.1175533E 01	0.9391537E 00	0.1449148E 01	-0.1175533E 01	-0.9391537E 00	0.160 8427E 01
26	-0.1461376E 01	0.1267312E 01	0.1917611E 01	0.1461376E 01	-0.1267312E 01	0.220 1091E 01
27	-0.1519516E 01	0.1476446E 01	0.2218402E 01	0.1519516E 01	-0.1476446E 01	0.110 5291E 01
28	0.0	0.7753367E 00	0.1163103E 01	0.0	-0.7753367E 00	0.100 8091E 01
29	0.9960438E 00	-0.3077316E 01	-0.322135E 01	-0.9960438E 00	0.3077316E 01	-0.190 3037E 01
30	0.6250000E 00	-0.3716843E 01	-0.3273132E 01	-0.6250000E 00	0.3716843E 01	-0.260 5254E 01
31	0.1914053E 00	-0.4130829E 01	-0.3130592E 01	-0.1914053E 00	0.4130829E 01	0.170 7903E 01
32	0.5251343E 00	0.1212418E 01	0.1858211E 01	-0.5251343E 00	-0.1212418E 01	0.240 3746E 01
33	-0.2101574E 01	0.1635542E 01	0.2469163E 01	0.2101574E 01	-0.1635542E 01	0.260 4616E 01
34	-0.1534057E 01	0.1398645E 01	0.2044771E 01	0.1534057E 01	-0.1398645E 01	0.140 6165E 01
35	0.0	0.9937472E 00	0.1404490E 01	0.0	-0.9937472E 00	0.130 3248E 01
36	0.1011719E 01	-0.3424432E 01	-0.4021503E 01	-0.1011719E 01	0.3424432E 01	-0.240 3650E 01
37	0.6289053E 00	-0.4669327E 01	-0.4100483E 01	-0.6289053E 00	0.4669327E 01	-0.320 9899E 01
38	0.1835918E 00	-0.5171267E 01	-0.4810721E 01	-0.1835918E 00	0.5171267E 01	0.210 6684E 01
39	0.239020E 00	0.1469506E 01	0.2241817E 01	-0.239020E 00	-0.1469506E 01	0.200 8749E 01
40	-0.2947614E 01	0.1937404E 01	0.299492E 01	0.2947614E 01	-0.1937404E 01	0.300 1884E 01
41	-0.2346364E 01	0.2307549E 01	0.3460747E 01	0.2346364E 01	-0.2307549E 01	0.130 1167E 01
42	0.0	0.1203308E 01	0.1837047E 01	0.0	-0.1203308E 01	0.100 8091E 01
43	0.9451074E 00	-0.4552197E 01	-0.4401478E 01	-0.9451074E 00	0.4552197E 01	-0.190 3037E 01
44	0.6462637E 00	-0.5615791E 01	-0.5497114E 01	-0.6462637E 00	0.5615791E 01	-0.230 3365E 01
45	0.2114759E 00	-0.5139399E 01	-0.4613044E 01	-0.2114759E 00	0.5139399E 01	-0.300 4757E 01
46	-0.5908641E 00	0.1713198E 01	0.2634713E 01	0.5908641E 00	-0.1713198E 01	0.250 6494E 01
47	-0.4011719E 01	0.2396641E 01	0.3530794E 01	0.4011719E 01	-0.2396641E 01	0.300 1884E 01
48	-0.2890630E 01	0.2723668E 01	0.4082201E 01	0.2890630E 01	-0.2723668E 01	0.400 8091E 01
49	0.0	0.1422228E 01	0.2129114E 01	0.0	-0.1422228E 01	0.100 8091E 01
50	0.9672829E 00	-0.5306172E 01	-0.5604386E 01	-0.9672829E 00	0.5306172E 01	-0.190 3037E 01
51	0.419371E 00	-0.6543562E 01	-0.5764801E 01	-0.419371E 00	0.6543562E 01	-0.230 9899E 01
52	0.187259E 00	-0.712531E 01	-0.5954131E 01	-0.187259E 00	0.712531E 01	-0.240 3746E 01
53	-0.1670600E 01	0.2706678E 01	0.333990E 01	0.1670600E 01	-0.2706678E 01	0.200 8749E 01
54	-0.6207070E 01	0.2710316E 01	0.3787079E 01	0.6207070E 01	-0.2710316E 01	0.290 5694E 01
55	0.3910711E 01	0.1145007E 01	0.1571327E 01	-0.3910711E 01	-0.1145007E 01	0.200 8749E 01

54	0.0	0.1597716E 01	0.2761131E 01	0.0	0.0	0.1697161E 01	0.2466018E 01
57	0.9829102E 00	-0.6314004E 01	-0.6576133E 01	-0.9029102E 00	-0.6088608E 01	-0.6088608E 01	-0.2017710E 01
58	0.6046472E 00	-0.7530654E 01	-0.6597167E 01	-0.6046472E 00	0.7530654E 01	0.6088608E 01	-0.3985718E 01
59	0.1857910E 00	-0.8736945E 01	-0.6078975E 01	-0.1857910E 00	0.8736945E 01	0.6088608E 01	-0.3242737E 01
60	-0.3034363E 01	0.2282433E 01	0.3447437E 01	0.3034363E 01	-0.2282433E 01	-0.2282433E 01	0.3349035E 01
61	-0.6760513E 01	0.3980622E 01	0.4610307E 01	0.6760513E 01	-0.3980622E 01	-0.3980622E 01	0.4627631E 01
62	-0.3932175E 01	0.3555650E 01	0.5337974E 01	0.3932175E 01	-0.3555650E 01	-0.3555650E 01	0.5358960E 01
63	0.0	0.1355186E 01	0.2776552E 01	0.0	0.1355186E 01	0.1355186E 01	0.2787034E 01
64	0.9692331E 00	-0.6936342E 01	-0.7266128E 01	-0.9692331E 00	0.6936342E 01	0.6936342E 01	-0.2402725E 01
65	0.5913635E 00	-0.9534035E 01	-0.7414131E 01	-0.5913635E 00	0.9534035E 01	0.8548035E 01	-0.4552994E 01
66	0.1594630E 00	-0.9024704E 01	-0.6758259E 01	-0.1594630E 00	0.9024704E 01	0.9024704E 01	-0.5876312E 01
67	-0.472550E 01	0.2567279E 01	0.3465492E 01	0.472550E 01	-0.2567279E 01	-0.2567279E 01	0.3036332E 01
69	-0.8402771E 01	0.3457945E 01	0.5186693E 01	0.8402771E 01	-0.3457945E 01	-0.3457945E 01	0.5202141E 01
69	-0.4409131E 01	0.3977731E 01	0.5751791E 01	0.4409131E 01	-0.3977731E 01	-0.3977731E 01	0.5981421E 01
70	0.0	0.232919E 01	0.3987014E 01	0.0	0.232919E 01	0.232919E 01	0.3101744E 01
71	0.9611916E 00	-0.7730261E 01	-0.8134039E 01	-0.9611916E 00	0.7730261E 01	0.7730261E 01	-0.2765684E 01
72	0.5659180E 00	-0.9535932E 01	-0.8189578E 01	-0.5659180E 00	0.9535932E 01	0.9535932E 01	-0.5166275E 01
73	0.1687012E 00	-0.9990686E 01	-0.7363666E 01	-0.1687012E 00	0.9990686E 01	0.9990686E 01	-0.6483313E 01
74	-0.6834139E 01	0.2866799E 01	0.4301967E 01	0.6834139E 01	-0.2866799E 01	-0.2866799E 01	0.4298419E 01
75	-0.1015399E 02	0.3347300E 01	0.5752572E 01	0.1015399E 02	-0.3347300E 01	-0.3347300E 01	0.5789357E 01
75	-0.4760238E 01	0.4379195E 01	0.6547955E 01	0.4760238E 01	-0.4379195E 01	-0.4379195E 01	0.6586628E 01
77	0.0	0.2258643E 01	0.3381360E 01	0.0	0.2258643E 01	0.2258643E 01	0.3397562E 01
79	0.9235840E 00	-0.9789208E 01	-0.9058778E 01	-0.9235840E 00	0.9789208E 01	0.9789208E 01	-0.3234634E 01
79	0.5446777E 00	-0.1752275E 02	-0.8838352E 01	-0.5446777E 00	0.1752275E 02	0.1052275E 02	-0.5843509E 01
80	0.1525977E 00	-0.1044737E 02	-0.7857754E 01	-0.1525977E 00	0.1044737E 02	0.1044737E 02	-0.7048550E 01
81	-0.9391719E 01	0.2866799E 01	0.4769868E 01	0.9391719E 01	-0.2866799E 01	-0.2866799E 01	0.4298419E 01
92	-0.1184934E 02	0.4261331E 01	0.6333206E 01	0.1184934E 02	-0.4261331E 01	-0.4261331E 01	0.6303096E 01
83	-0.4884913E 01	0.4753614E 01	0.7114329E 01	0.4884913E 01	-0.4753614E 01	-0.4753614E 01	0.7161497E 01
84	0.0	0.2439392E 01	0.3650866E 01	0.0	0.2439392E 01	0.2439392E 01	0.3667317E 01
85	0.9196777E 00	-0.9497579E 01	-0.1009761E 02	-0.9196777E 00	0.9497579E 01	0.9497579E 01	-0.3898987E 01
85	0.5083018E 00	-0.1144841E 02	-0.9433743E 01	-0.5083018E 00	0.1144841E 02	0.1144841E 02	-0.6594012E 01
87	0.1550233E 00	-0.1124777E 02	-0.8196976E 01	-0.1550233E 00	0.1124777E 02	0.1124777E 02	-0.7549930E 01
88	-0.1267844E 02	0.3559174E 01	0.5294075E 01	0.1267844E 02	-0.3559174E 01	-0.3559174E 01	0.5383473E 01
89	-0.1334051E 02	0.4556944E 01	0.6734135E 01	0.1334051E 02	-0.4556944E 01	-0.4556944E 01	0.7036854E 01
89	-0.4684494E 01	0.5104703E 01	0.7529458E 01	0.4684494E 01	-0.5104703E 01	-0.5104703E 01	0.7662623E 01
91	0.0	0.2573532E 01	0.382612E 01	0.0	0.2573532E 01	0.2573532E 01	0.3897991E 01
92	0.8432617E 00	-0.1159467E 02	-0.1129454E 02	-0.8432617E 00	0.1159467E 02	0.1159467E 02	-0.44443567E 01
93	0.428320E 00	-0.1217321E 02	-0.9657933E 01	-0.428320E 00	0.1217321E 02	0.1217321E 02	-0.7384562E 01
94	0.1206055E 00	-0.1164966E 02	-0.8350493E 01	-0.1206055E 00	0.1164966E 02	0.1164966E 02	-0.7959036E 01
95	-0.1700833E 02	0.399236E 01	0.5911149E 01	0.1700833E 02	-0.399236E 01	-0.399236E 01	0.6083522E 01
95	-0.1391539E 02	0.5076945E 01	0.7564742E 01	0.1391539E 02	-0.5076945E 01	-0.5076945E 01	0.8105877E 01
97	-0.4160940E 01	0.5386125E 01	0.8352455E 01	0.4160940E 01	-0.5386125E 01	-0.5386125E 01	0.7725766E 01
99	0.0	0.2712835E 01	0.4261061E 01	0.0	0.2712835E 01	0.2712835E 01	0.4077451E 01
99	0.4270732E 00	-0.1379231E 02	-0.1289821E 02	-0.4270732E 00	0.1379231E 02	0.1379231E 02	-0.6676990E 01
100	0.1304626E 00	-0.1204028E 02	-0.8950015E 01	-0.1304626E 00	0.1204028E 02	0.1204028E 02	-0.7506404E 01
101	0.3268433E-01	-0.1172095E 02	-0.8282699E 01	0.3268433E-01	-0.1172095E 02	-0.1172095E 02	0.8126632E 01
102	-0.2303465E 02	0.4950849E 01	0.6814742E 01	0.2303465E 02	-0.4950849E 01	-0.4950849E 01	0.7737756E 01
103	-0.1197343E 02	0.5393711E 01	0.7901263E 01	0.1197343E 02	-0.5393711E 01	-0.5393711E 01	0.8275870E 01
104	-0.3841623E 01	0.5484570E 01	0.8083210E 01	0.3841623E 01	-0.5484570E 01	-0.5484570E 01	0.8370501E 01
105	0.0	0.2744981E 01	0.4049168E 01	0.0	0.2744981E 01	0.2744981E 01	0.4185782E 01

REACDES DE APOIO

NO	AR1	AR2	AR3
4	0.0	0.5567932E 00	0.0
8	0.0	0.1305084E 01	0.0
12	0.0	0.2188019E 01	0.0
16	0.0	0.3141159E 01	0.0
20	0.0	0.4130829E 01	0.0
24	0.0	0.5121262E 01	0.0
28	0.0	0.6109009E 01	0.0
32	0.0	0.7105331E 01	0.0
36	0.0	0.8086945E 01	0.0
40	0.0	0.9024704E 01	0.0
44	0.0	0.9890686E 01	0.0
48	0.0	0.1064737E 02	0.0
52	0.0	0.1124777E 02	0.0
56	0.0	0.1164966E 02	0.0
60	0.0	0.1172095E 02	0.0
61	-0.4950849E 01	-0.2303465E 02	0.7737756E 01
62	-0.5393711E 01	-0.1197343E 02	0.8279870E 01
64	-0.5494570E 01	-0.3941623E 01	0.8370501E 01
64	-0.2744911E 01	0.1	0.8195782E 01

RESULTADOS - PORTICO 1

DESLOCAMENTOS NOS NOS

NO	01	02	03
1	0.3324467E-04	0.2465289E-02	-0.3181030E-03
2	0.2993600E-04	0.1926695E-02	-0.3570239E-03
3	0.2274544E-04	0.1391000E-02	-0.3051166E-03
4	0.1227460E-04	0.1012441E-02	-0.1684369E-03
5	0.0	0.8788321E-03	0.0
6	0.9757860E-06	0.2480208E-02	-0.2916211E-03
7	0.8848221E-06	0.1929609E-02	-0.3524558E-03
8	0.6153208E-06	0.1384301E-02	-0.6272790E-03
9	0.3055040E-06	0.1005565E-02	-0.1602116E-03
10	0.0	0.8720176E-03	0.0
11	0.1843297E-05	0.2514716E-02	-0.3121817E-03
12	0.1573371E-05	0.1929372E-02	-0.3689353E-03
13	0.1083371E-05	0.1366339E-02	-0.2972179E-03
14	0.5376235E-06	0.9797007E-03	0.1595357E-03
15	0.0	0.8554792E-03	0.0
16	0.2256307E-05	0.2556041E-02	-0.3399067E-03
17	0.1726360E-05	0.1925090E-02	-0.3917129E-03
18	0.1324695E-05	0.1341419E-02	-0.3030347E-03
19	0.6501452E-06	0.9585266E-03	-0.1587538E-03
20	0.0	0.8277074E-03	0.0
21	0.2398153E-05	0.2595843E-02	-0.3711134E-03
22	0.2034105E-05	0.1911665E-02	-0.4173121E-03
23	0.1391562E-05	0.1303668E-02	-0.3092252E-03
24	0.6850209E-06	0.9189383E-03	-0.1573885E-03
25	0.0	0.7900042E-03	0.0
26	0.2291496E-05	0.2623357E-02	-0.4029996E-03
27	0.1941044E-05	0.1885529E-02	-0.4431298E-03
28	0.1312295E-05	0.1253822E-02	-0.3145086E-03
29	0.6379729E-06	0.8691272E-03	-0.1549775E-03
30	0.0	0.7431074E-03	0.0
31	0.1992164E-05	0.2631165E-02	0.4335477E-03
32	0.1666914E-05	0.1842418E-02	-0.4669034E-03
33	0.1098679E-05	0.1190789E-02	-0.3174171E-03
34	0.5205086E-06	0.8095333E-03	-0.1509733E-03
35	0.0	0.6877906E-03	0.0
36	0.1482022E-05	0.2611472E-02	-0.4609588E-03
37	0.1204190E-05	0.1777951E-02	-0.4864500E-03
38	0.7449684E-06	0.1113461E-02	-0.3103680E-03
39	0.3296742E-06	0.7409299E-03	-0.1447747E-03
40	0.0	0.6251635E-03	0.0
41	0.7294116E-06	0.2555780E-02	-0.4630584E-03
42	0.5258765E-06	0.1687620E-02	-0.4992902E-03
43	0.2374944E-06	0.1020033E-02	-0.3097099E-03
44	0.5577939E-07	0.6639422E-03	-0.1358128E-03
45	0.0	0.5563968E-03	0.0
46	-0.3121449E-06	0.2494633E-02	-0.4973335E-03
47	-0.4373089E-06	0.1566811E-02	-0.5025163E-03
48	-0.4635086E-06	0.9124598E-03	-0.2957114E-03
49	-0.3102399E-06	0.5796482E-03	-0.1230293E-03
50	0.0	0.4027169E-03	0.0
51	-0.1718007E-05	0.2297219E-02	-0.5002560E-03
52	-0.1650051E-05	0.1410000E-02	-0.4220719E-03
53	-0.1107189E-05	0.1000000E-02	-0.3100000E-03
54	-0.7701105E-06	0.4893106E-03	-0.1079931E-03
55	0.0	0.4056122E-03	0.0
56	-0.3620292E-05	0.2070415E-02	-0.6698951E-03
57	-0.3334785E-05	0.1215379E-02	-0.4546212E-03
58	-0.2599213E-05	0.6984790E-03	-0.2387683E-03
59	-0.1413894E-05	0.3944468E-03	-0.4905197E-04
60	0.0	0.3261357E-03	0.0
61	-0.6242355E-05	0.1757356E-02	-0.4499778E-03
62	-0.5617154E-05	0.9763441E-03	-0.4124624E-03
63	-0.4219144E-05	0.4956366E-03	-0.1929293E-03
64	-0.2235043E-05	0.2967440E-03	-0.6749256E-04
65	0.0	0.2453576E-03	0.0
66	-0.1000273E-04	0.1334747E-02	-0.3765966E-03
67	-0.8835572E-05	0.6914262E-03	-0.3280500E-03
68	-0.6448435E-05	0.3331003E-03	-0.1347870E-03
69	-0.3352834E-05	0.1978426E-03	-0.4462182E-04
70	0.0	0.1639221E-03	0.0
71	-0.1516389E-04	0.7678079E-03	-0.2434094E-03
72	-0.1312180E-04	0.3622242E-03	-0.1968267E-03
73	-0.9299647E-05	0.1660848E-03	-0.6733548E-04
74	-0.4763746E-05	0.9881736E-04	-0.2197525E-04
75	0.0	0.8209718E-04	0.0
76	0.0	0.0	0.0
77	0.0	0.0	0.0
78	0.0	0.0	0.0
79	0.0	0.0	0.0
80	0.0	0.0	0.0

ESFORCOS NAS EXTREMIDADES DAS BARRAS

BARRA	AMI	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6
1	0.5293865E 00	0.8255949E 00	0.8060017E 00	-0.5293865E 00	-0.8255949E 00	0.4323740E 00
2	0.1150437E 01	0.1000681E 01	0.5013628E 00	-0.1150437E 01	-0.1000681E 01	0.9996719E 00
3	0.1675333E 01	0.5988688E 00	-0.2069283E 00	-0.1675333E 01	-0.5988688E 00	0.1105200E 01
4	0.1963935E 01	0.1354014E 00	-0.6637012E 00	-0.1963935E 01	-0.1354014E 00	0.9482880E 00
5	0.4475555E 00	-0.5293898E 00	-0.8060016E 00	-0.4475555E 00	0.5293898E 00	-0.7821679E 00
6	0.1748810E 00	-0.6211004E 00	-0.9337063E 00	-0.1748810E 00	0.6211004E 00	-0.9295951E 00
7	-0.4019470E 00	-0.5286434E 00	-0.7928091E 00	0.4019470E 00	0.5286434E 00	-0.7817211E 00
8	-0.4125519E 00	-0.2836018E 00	-0.4366041E 00	0.4125519E 00	0.2836018E 00	-0.4292214E 00
9	-0.1864319E 00	0.0	0.0	0.1864319E 00	0.0	0.0
10	0.1455420E-01	0.1729038E 01	0.1588778E 01	-0.1455420E-01	-0.1729038E 01	0.1004778E 01
11	0.4312021E-01	0.1571041E 01	0.8919277E 00	-0.4312021E-01	-0.1571041E 01	0.1464656E 01
12	0.4957060E-01	0.9978685E 00	0.1119795E 00	-0.4957060E-01	-0.9978685E 00	0.1384800E 01
13	0.4880950E-01	0.3273926E 00	-0.5234683E 00	-0.4880950E-01	0.3273926E 00	0.1014557E 01
14	0.1035248E 01	-0.5439425E 00	-0.8066614E 00	-0.1035248E 01	0.5439425E 00	-0.8251659E 00
15	0.1574707E-01	-0.6436645E 00	-0.9670810E 00	-0.1574707E-01	0.6436645E 00	-0.9819325E 00
16	-0.9757731E 00	-0.5312936E 00	-0.7949510E 00	0.9757731E 00	0.5312936E 00	-0.7969300E 00
17	-0.1083359E 01	-0.2879115E 00	-0.4321715E 00	0.1083359E 01	0.2879115E 00	-0.4431532E 00
18	-0.5141449E 00	0.0	0.0	0.5141449E 00	0.0	0.0
19	0.1894565E 01	0.1894565E 01	0.1693345E 01	-0.1894565E 01	-0.1894565E 01	0.1148510E 01
20	0.7832021E-01	0.1592797E 01	0.8503389E 00	-0.7832021E-01	-0.1592797E 01	0.1153632E 01
21	0.8739954E-01	0.9718733E 00	0.6403703E-01	-0.8739954E-01	-0.9718733E 00	0.1389780E 01
22	0.8601959E-01	0.3168640E 00	-0.5281124E 00	-0.8601959E-01	0.3168640E 00	0.1003410E 01
23	0.1257751E 01	-0.5871270E 00	-0.8632143E 00	-0.1257751E 01	0.5871270E 00	-0.8931668E 00
24	-0.2868405E 00	-0.6847944E 00	-0.1016441E 01	0.2868405E 00	0.6847944E 00	-0.1037441E 01
25	-0.1597193E 01	-0.5433712E 00	-0.8079394E 00	0.1597193E 01	0.5433712E 00	-0.8131745E 00
26	-0.1738815E 01	-0.2855314E 00	-0.4301493E 00	0.1738815E 01	0.2855314E 00	-0.4294453E 00
27	-0.8313599E 00	0.0	0.0	0.8313599E 00	0.0	0.0
28	0.5287147E-01	0.2120596E 01	0.1839122E 01	-0.5287147E-01	-0.2120596E 01	0.1341785E 01
29	0.962621E-01	0.1632834E 01	0.7764769E 00	-0.962621E-01	-0.1632834E 01	0.1627781E 01
30	0.1067674E 00	0.9356470E 00	0.918430E-02	-0.1067674E 00	-0.9356470E 00	0.1394279E 01
31	0.1049032E 00	0.27994030E 00	-0.5374680E 00	-0.1049032E 00	0.27994030E 00	0.9865570E 00
32	0.1176041E 01	-0.6339962E 00	-0.9459514E 00	-0.1176041E 01	0.6339962E 00	-0.9740374E 00
33	-0.805115E 00	-0.7241864E 00	-0.1030763E 01	0.805115E 00	0.7241864E 00	-0.1133799E 01
34	-0.2265976E 01	-0.5510734E 00	-0.8238244E 00	0.2265976E 01	0.5510734E 00	-0.8293958E 00
35	-0.2375427E 01	-0.2845451E 00	-0.4274321E 00	0.2375427E 01	0.2845451E 00	-0.4262033E 00
36	-0.1110948E 01	0.0	0.0	0.1110948E 01	0.0	0.0
37	0.5664765E-01	0.2377168E 01	0.2004624E 01	-0.5664765E-01	-0.2377168E 01	0.156L110E 01
38	0.1028057E 00	0.1615217E 01	0.6925879E 00	-0.1028057E 00	-0.1615217E 01	0.1730237E 01
39	0.1130465E 00	0.8900843E 00	-0.6126690E-01	-0.1130465E 00	-0.8900843E 00	0.1396371E 01
40	0.1096032E 00	0.2777950E 00	-0.5474816E 00	-0.1096032E 00	0.2777950E 00	0.963333E 00
41	0.8254242E 00	-0.6766433E 00	-0.1030616E 01	-0.8254242E 00	0.6766433E 00	-0.10259313E 01
42	-0.1568165E 01	-0.7743412E 00	-0.1149094E 01	0.1568165E 01	0.7743412E 00	-0.1173129E 01
43	-0.2949077E 01	-0.5113177E 00	-0.8395934E 00	0.2949077E 01	0.5113177E 00	-0.8443454E 00
44	-0.2988678E 01	-0.2911708E 00	-0.4227362E 00	0.2988678E 01	0.2911708E 00	-0.4205603E 00
45	-0.1408707E 01	0.0	0.0	0.1408707E 01	0.0	0.0
46	0.5607724E-01	0.245694E 01	0.2174671E 01	-0.5607724E-01	-0.245694E 01	0.1789380E 01
47	0.1009766E 00	0.1225948E 01	0.6314011E 00	-0.1009766E 00	-0.1225948E 01	0.183178E 01
48	0.1078715E 00	0.343522E 00	-0.1472178E 00	-0.1078715E 00	0.343522E 00	0.1392828E 01
49	0.120755E 00	0.2535341E 00	-0.5559978E 00	-0.120755E 00	0.2535341E 00	0.9317865E 00
50	0.7342377E 00	-0.7577122E 00	-0.1115321E 01	-0.7342377E 00	0.7577122E 00	-0.1142818E 01
51	-0.2586730E 01	-0.9138646E 00	-0.1217599E 01	0.2586730E 01	0.9138646E 00	-0.1238995E 01
52	-0.3781938E 01	-0.5686344E 00	-0.9515977E 00	0.3781938E 01	0.5686344E 00	-0.8542154E 00
53	-0.1652617E 01	-0.272354E 00	-0.3572617E 00	0.1652617E 01	0.272354E 00	-0.8911255E 00
54	-0.110948E 01	0.0	0.0	0.110948E 01	0.0	0.0
55	0.110948E 01	0.0	0.0	-0.110948E 01	-0.0	0.0
56	0.110948E 01	0.0	0.0	0.110948E 01	0.0	0.0
57	0.110948E 01	0.0	0.0	-0.110948E 01	-0.0	0.0

108	-0.2423339E 01	0.0	0.2371414E 01	0.0	0.2423339E 01	0.0	0.2746753E 01	0.0
109	-0.1000322E 00	0.3425450E 01	-0.5514259E 00	0.2371414E 01	0.1000322E 00	-0.3425450E 01	0.1560892E 01	0.0
110	-0.2236938E 00	0.6729746E 00	-0.9153175E-01	-0.5514259E 00	0.2236938E 00	0.6729746E 00	0.6707445E 00	0.0
111	-0.3174492E 00	0.9153175E-01	-0.3072244E 00	-0.9153175E-01	0.3174492E 00	0.9153175E-01	0.3387032E 00	0.0
112	-0.3576119E 00	0.1955332E-01	-0.1155512E 01	-0.3072244E 00	0.3576119E 00	0.1955332E-01	-0.1079468E 01	0.0
113	-0.1267927E 02	-0.7416600E 00	-0.1709536E 02	-0.1155512E 01	0.1267927E 02	-0.7416600E 00	-0.9592269E 00	0.0
114	-0.1709536E 02	-0.6649849E 00	-0.4667540E 00	-0.1709536E 02	0.1709536E 02	-0.6649849E 00	-0.4146035E 00	0.0
115	-0.9752167E 01	-0.2937866E 00	-0.1636401E 00	-0.4667540E 00	0.9752167E 01	-0.2937866E 00	-0.1400350E 00	0.0
116	-0.5934118E 01	-0.1032322E 00	0.0	-0.1636401E 00	0.5934118E 01	-0.1032322E 00	0.0	0.0
117	-0.2443065E 01	0.0	0.0	0.0	0.2443065E 01	0.0	0.2437743E 01	0.0
118	-0.1867455E 00	0.2939670E 01	-0.7146940E 00	0.0	-0.1867455E 00	0.2939670E 01	0.1138769E 01	0.0
119	-0.3819094E 00	0.2827150E 00	-0.4231171E 00	-0.7146940E 00	0.3819094E 00	0.2827150E 00	0.4443344E 00	0.0
120	-0.4953172E 00	0.1410824E-01	-0.2354644E 00	-0.4231171E 00	0.4953172E 00	0.1410824E-01	0.2250522E 00	0.0
121	-0.5354610E 00	0.1152720E-01	-0.8722965E 00	-0.2354644E 00	0.5354610E 00	0.1152720E-01	-0.7724282E 00	0.0
122	-0.1700115E 02	-0.5549082E 00	-0.7637866E 00	-0.8722965E 00	0.1700115E 02	-0.5549082E 00	-0.6456803E 00	0.0
123	-0.1975212E 02	-0.4678222E 00	-0.3310122E 00	-0.7637866E 00	0.1975212E 02	-0.4678222E 00	-0.2401260E 00	0.0
124	-0.1002072E 02	-0.1833793E 00	-0.9882694E-01	-0.4678222E 00	0.1002072E 02	-0.1833793E 00	-0.7644524E-01	0.0
125	-0.5936715E 01	-0.5939079E-01	0.0	-0.9882694E-01	0.5936715E 01	-0.5939079E-01	0.0	0.0
126	-0.2454745E 01	0.0	0.0	0.0	0.2454745E 01	0.0	0.1671405E 01	0.0
127	-0.3267345E 00	0.1930404E 01	-0.1224210E 01	0.0	-0.3267345E 00	0.1930404E 01	0.5834974E 00	0.0
128	-0.6115437E 00	-0.5374692E-01	-0.6596182E 00	-0.1224210E 01	0.6115437E 00	-0.5374692E-01	0.2216528E 00	0.0
129	-0.7257430E 00	0.5233645E-02	-0.2138053E 00	-0.6596182E 00	0.7257430E 00	0.5233645E-02	0.1116004E 00	0.0
130	-0.7621937E 00	0.8158684E-02	-0.9936142E-01	-0.2138053E 00	0.7621937E 00	0.8158684E-02	-0.2327157E 00	0.0
131	-0.2303421E 02	-0.2281666E 00	-0.4517841E 00	-0.9936142E-01	0.2303421E 02	-0.2281666E 00	-0.1869535E 00	0.0
132	-0.2173343E 02	-0.1950169E 00	-0.3660974E 00	-0.4517841E 00	0.2173343E 02	-0.1950169E 00	-0.6897151E-01	0.0
133	-0.9965035E 01	-0.6618166E-01	-0.1295733E 00	-0.3660974E 00	0.9965035E 01	-0.6618166E-01	-0.2406508E-01	0.0
134	-0.5933839E 01	-0.2263596E-01	-0.4384279E-01	-0.1295733E 00	0.5933839E 01	-0.2263596E-01	0.0	0.0
135	-0.2462913E 01	0.0	0.0	-0.4384279E-01	0.2462913E 01	0.0	0.0	0.0

REACCES DE ADO19

NO	AR1	AR2	AR3
5	-0.1963935E 01	0.0	0.9482880E 00
10	-0.4899968E-01	0.0	0.1014597E 01
15	-0.8601969E-01	0.0	0.1003418E 01
20	-0.1049832E 00	0.0	0.9865570E 00
25	-0.1096032E 00	0.0	0.9634333E 00
30	-0.1020756E 00	0.0	0.9317865E 00
35	-0.8328128E-01	0.0	0.8890772E 00
40	-0.5275103E-01	0.0	0.8328381E 00
45	-0.9087894E-02	0.0	0.7610693E 00
50	0.4963339E-01	0.0	0.6730881E 00
55	0.1264176E 00	0.0	0.5702763E 00
60	0.2262213E 00	0.0	0.4566736E 00
65	0.3576139E 00	0.0	0.3387032E 00
70	0.5364610E 00	0.0	0.2229052E 00
75	0.7621987E 00	0.0	0.1116009E 00
76	0.2281666E 00	-0.2303421E 02	-0.2327157E 00
77	0.1850169E 00	-0.2173343E 02	-0.1889535E 00
78	0.6618166E-01	-0.9965085E 01	-0.6897151E-01
79	0.2263596E-01	-0.5933839E 01	-0.2406508E-01
80	0.0	-0.2462913E 01	0.0

III.4) Exemplo 4

A fig.(IV-1-1) mostra a elevação dos pórticos 1 e 2 com as respectivas numerações de nós e barras. A planta do edifício e as seções das vigas e pilares são as mesmas do Exemplo I. As dimensões transversais das barras inclinadas são iguais às dos pilares.

A cargas distribuídas ao longo do plano π é de 1,44 tf/m.

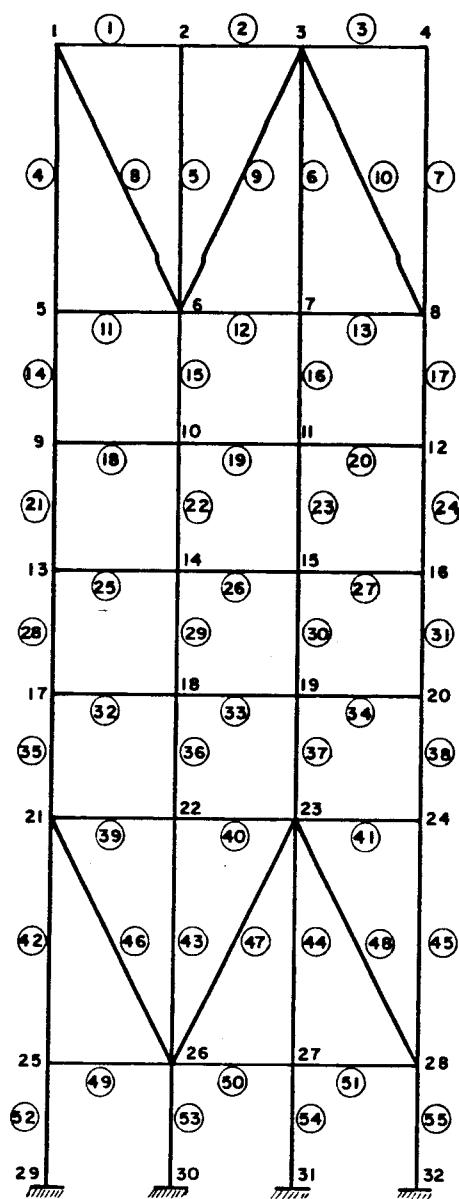


FIG.(IV-1-1)-ESQUEMA DE NUMERAÇÕES DOS PÓRTICOS 1 E 2.

A seguir são apresentados gráficos comparando os resultados deste exemplo com aqueles obtidos no exemplo 1.

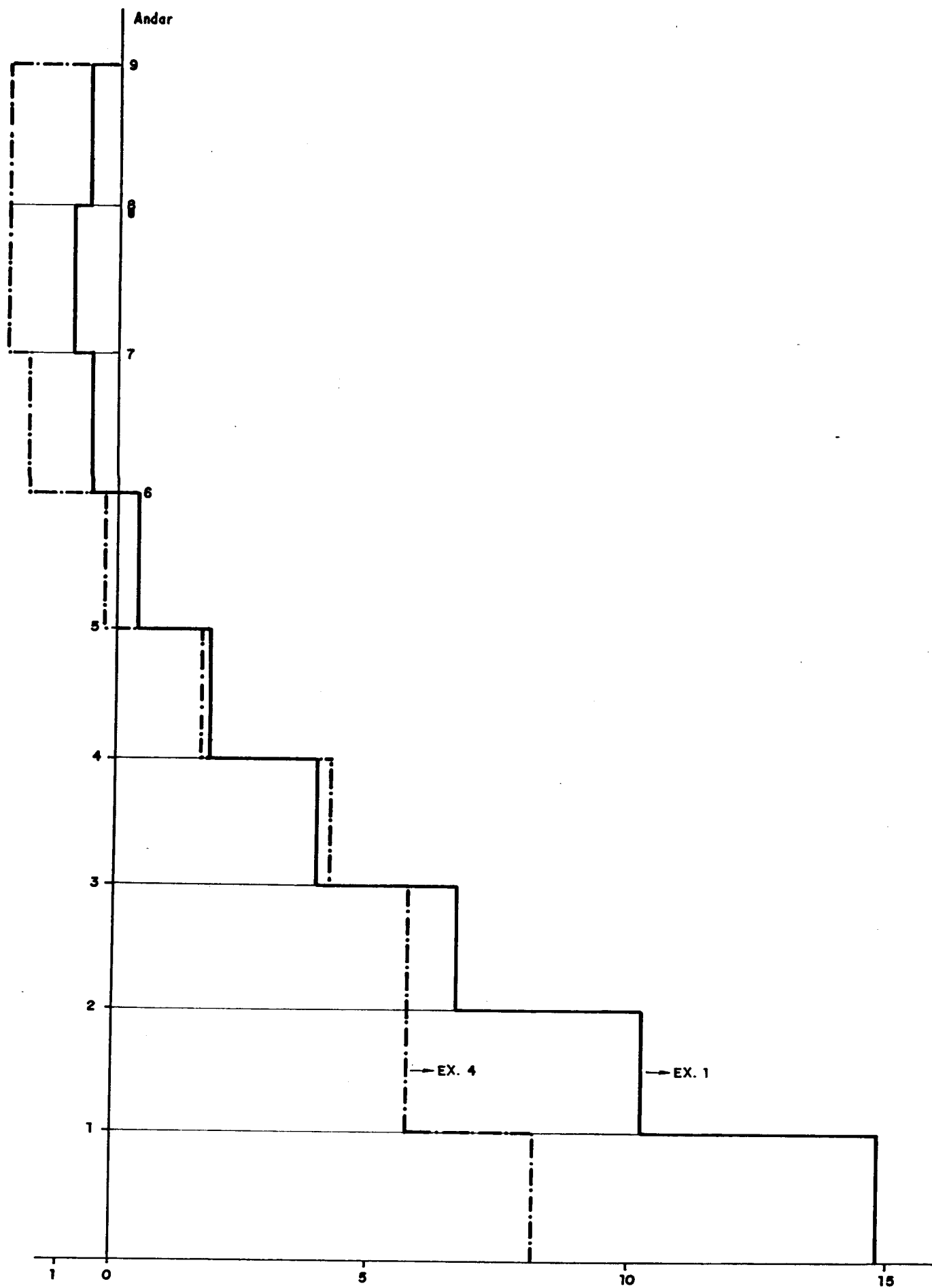


FIG. (IV- 1 - 2) FORÇAS NORMAIS NO PILAR 1

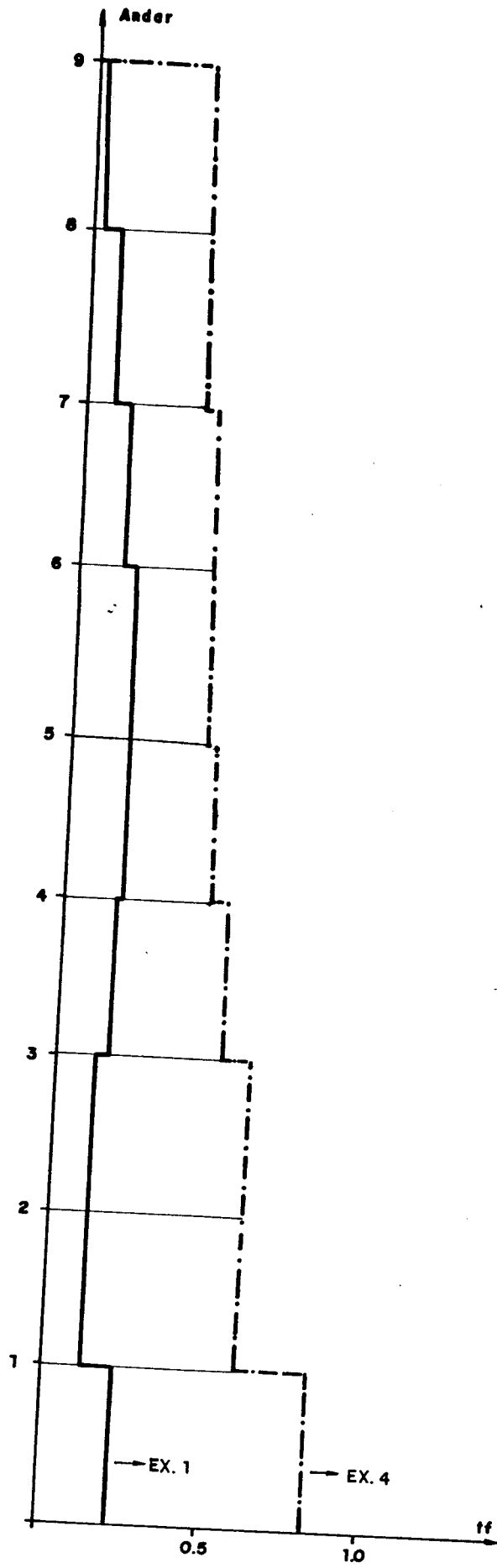


FIG.(IV-1-3) FORÇAS NORMAIS NO PILAR 2

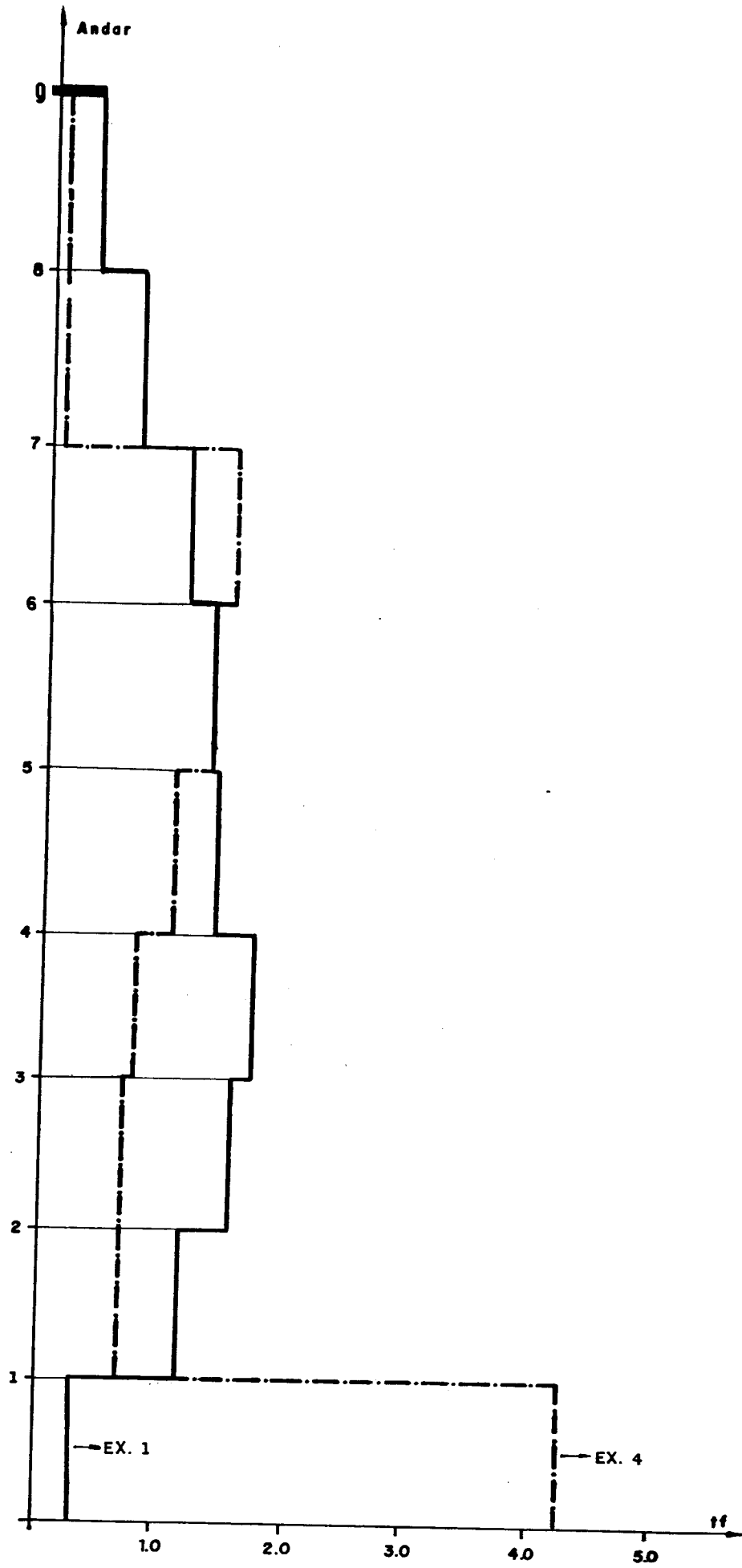


FIG. (IV-1-3) FORÇAS NORMAIS DO PILAR 3

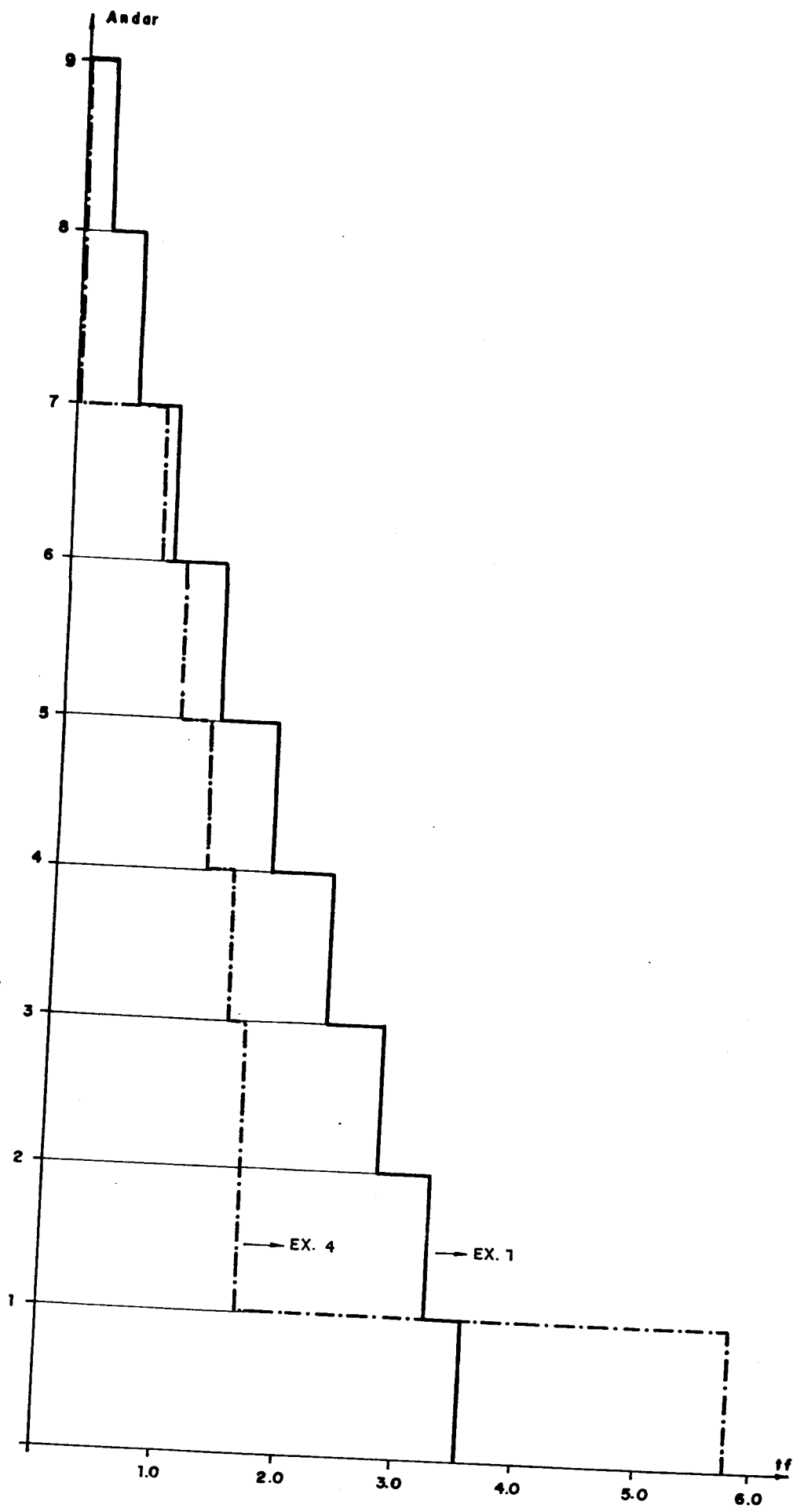


FIG. (IV-1-5) FORÇAS NORMAIS NO PILAR 5

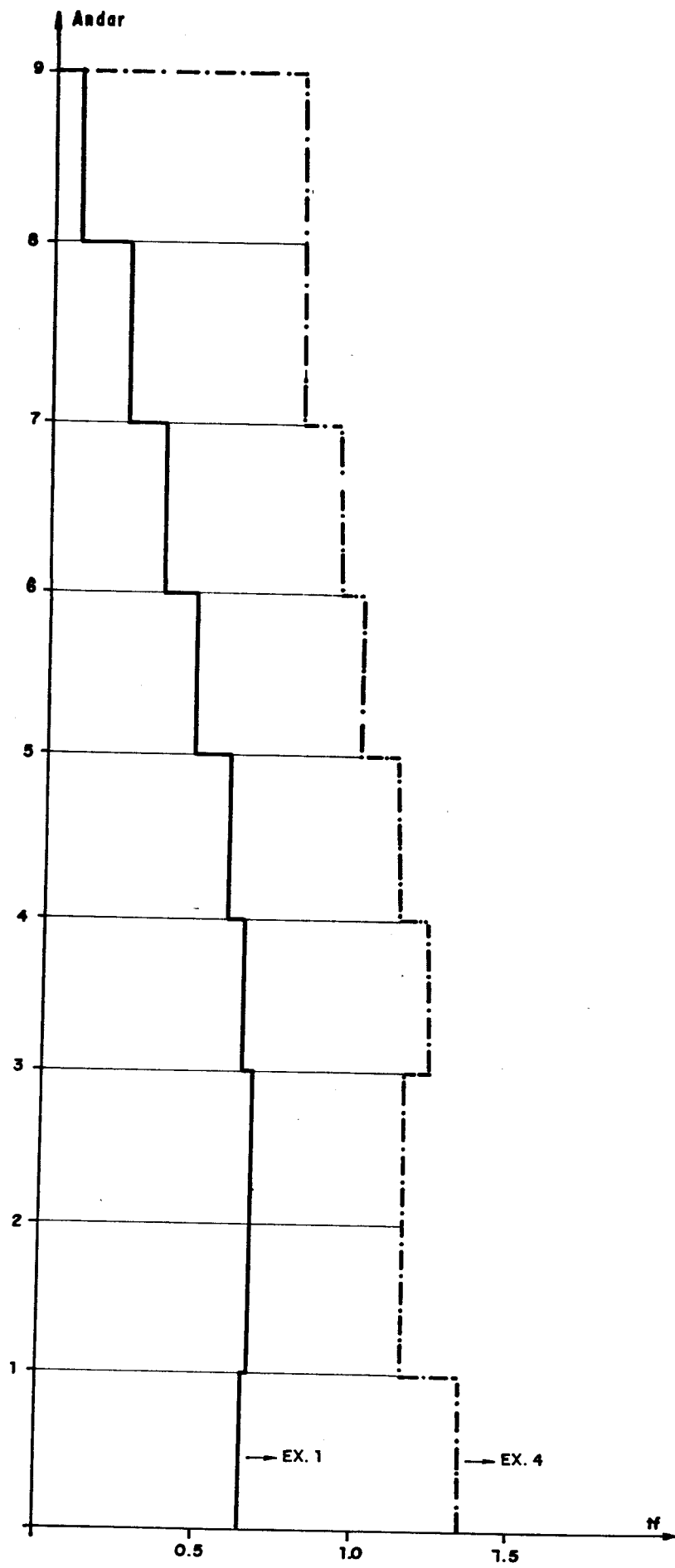
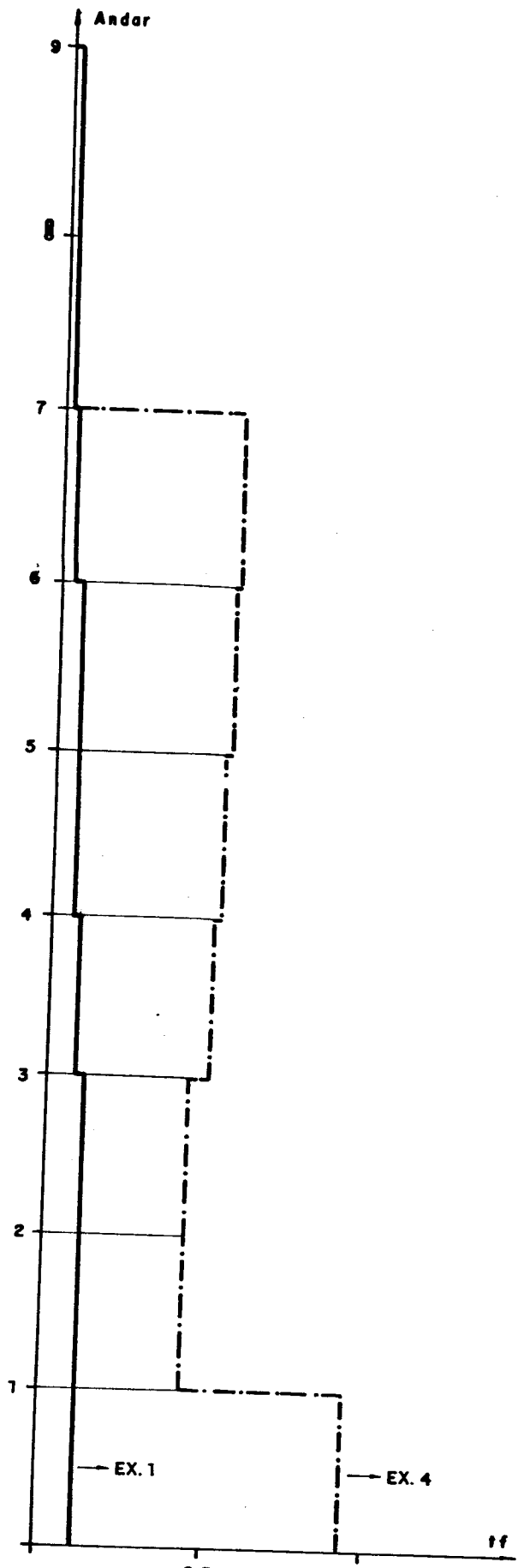


FIG (IV-1-6) FORÇAS NORMAIS NO PILAR 6



(FIG(IV-1-7) FORÇAS NORMAIS NO PILAR 7

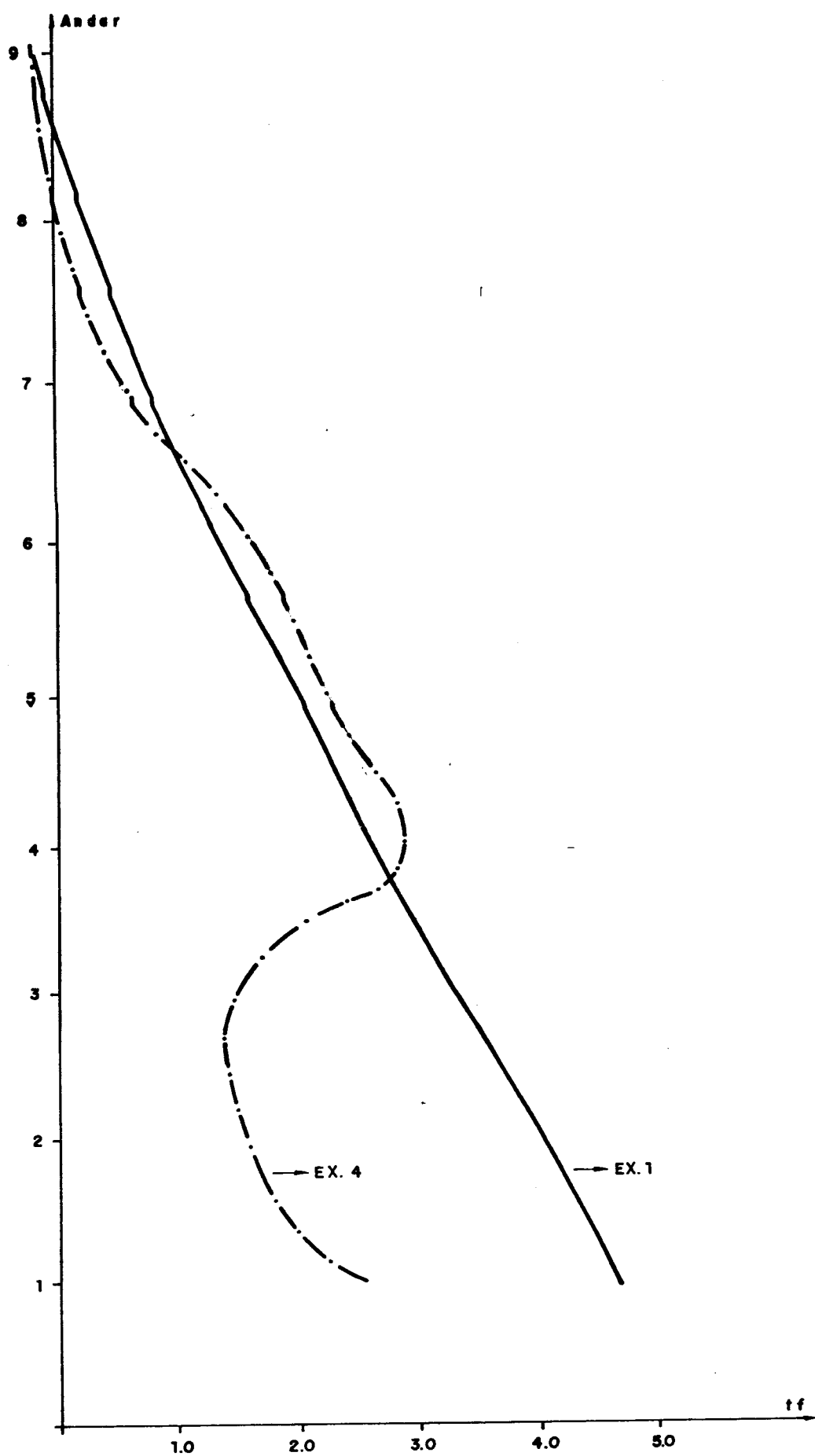


FIG. (IV-1-8) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 1

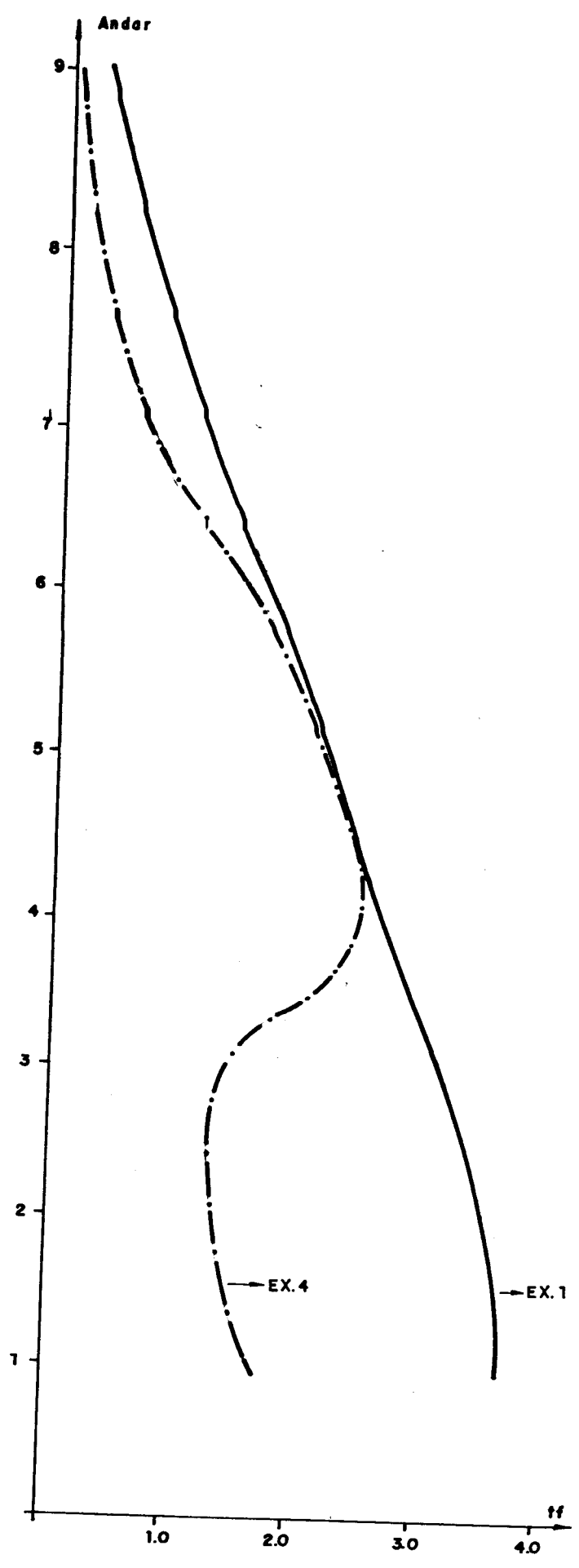


FIG.(IV-1-9) - FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 2

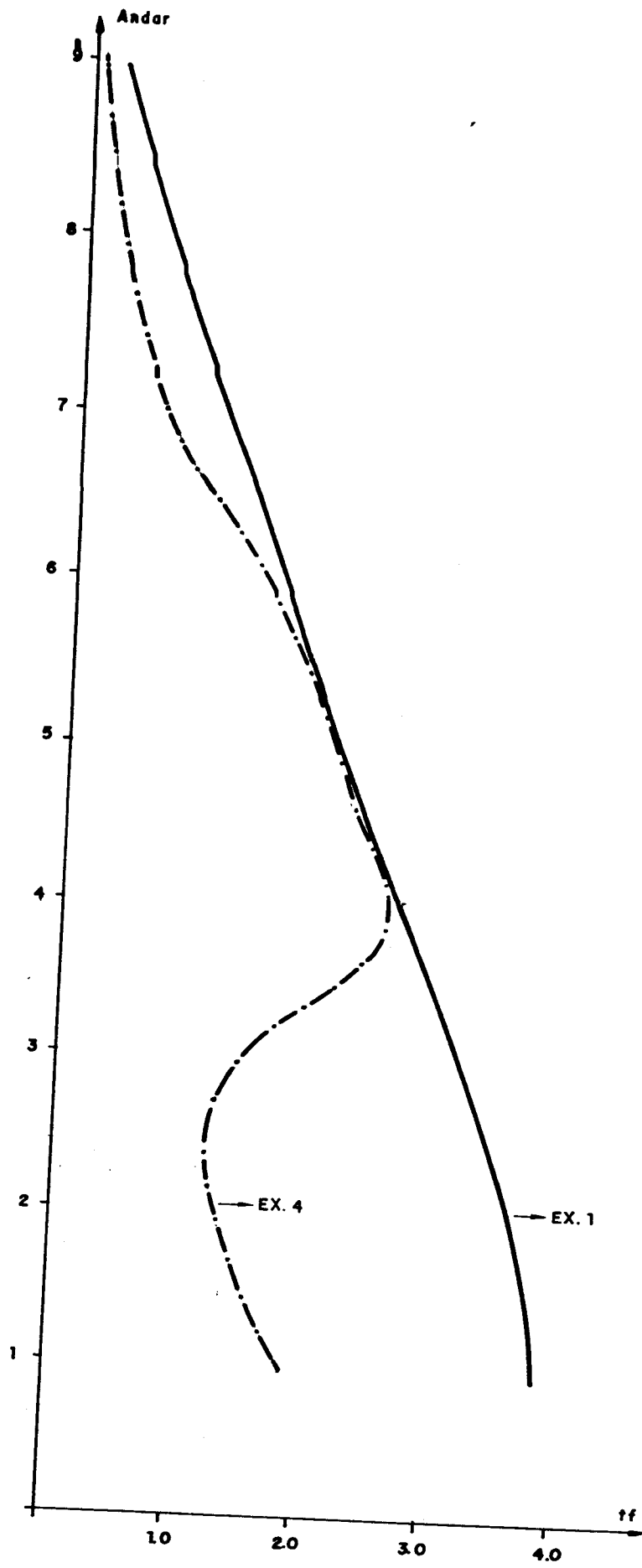


FIG. (IV-1-10) FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 3

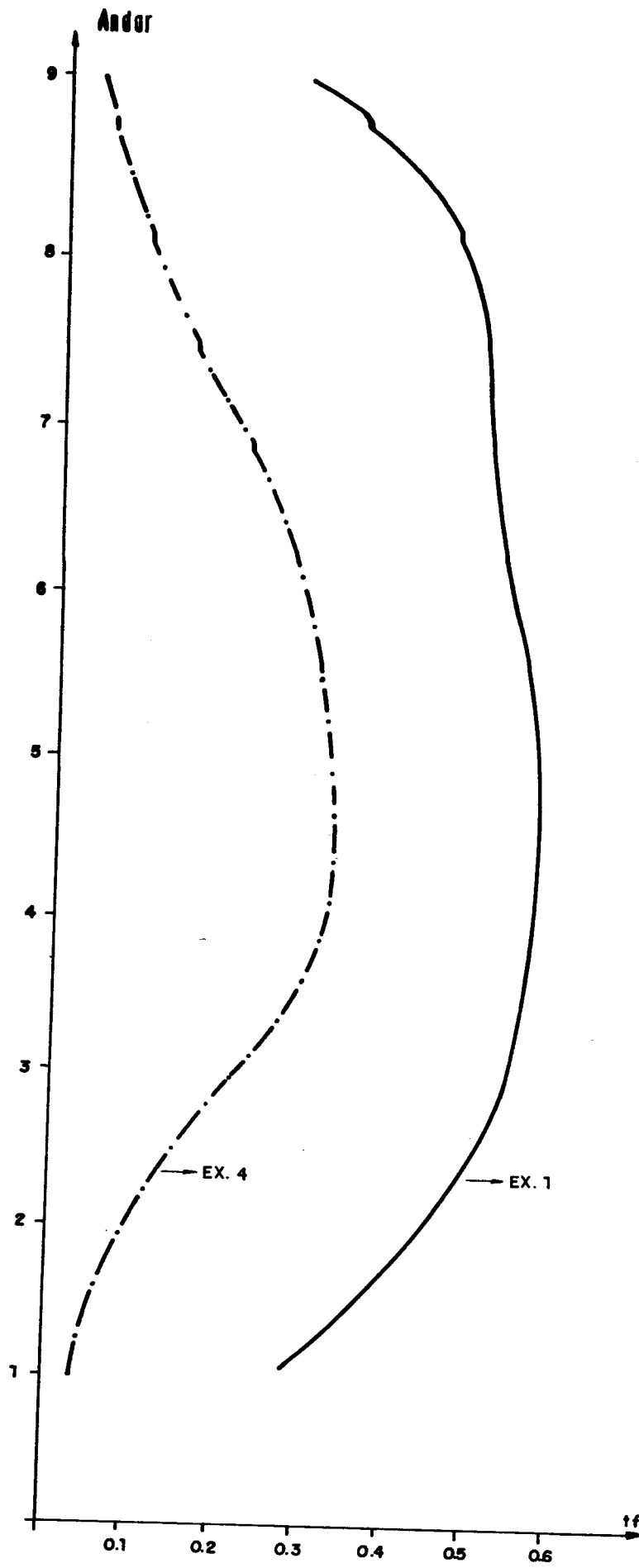


FIG.(IV - 1 - 11) FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 4

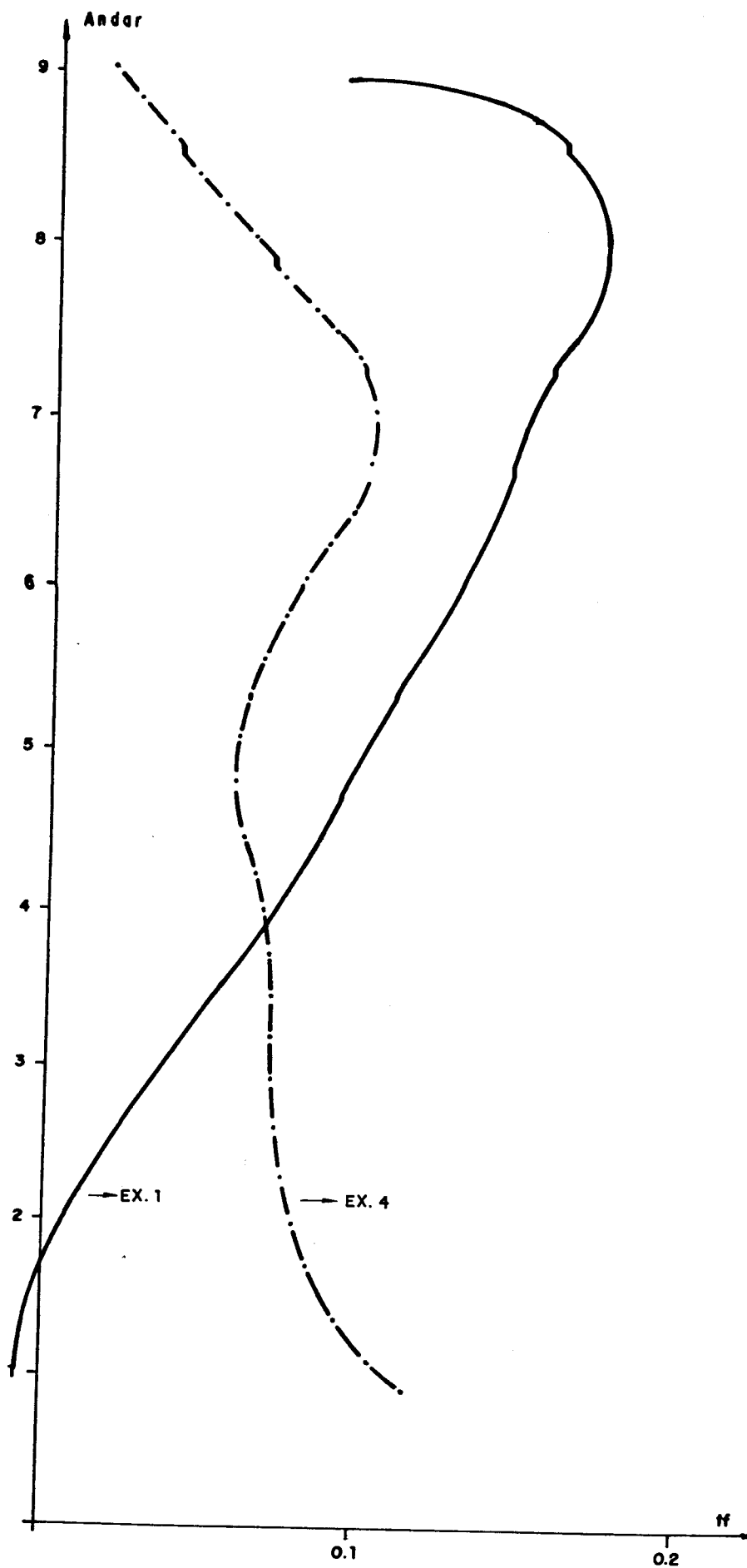


FIG. (IV-1-12) FORÇAS CORTANTES NAS VIGAS 5

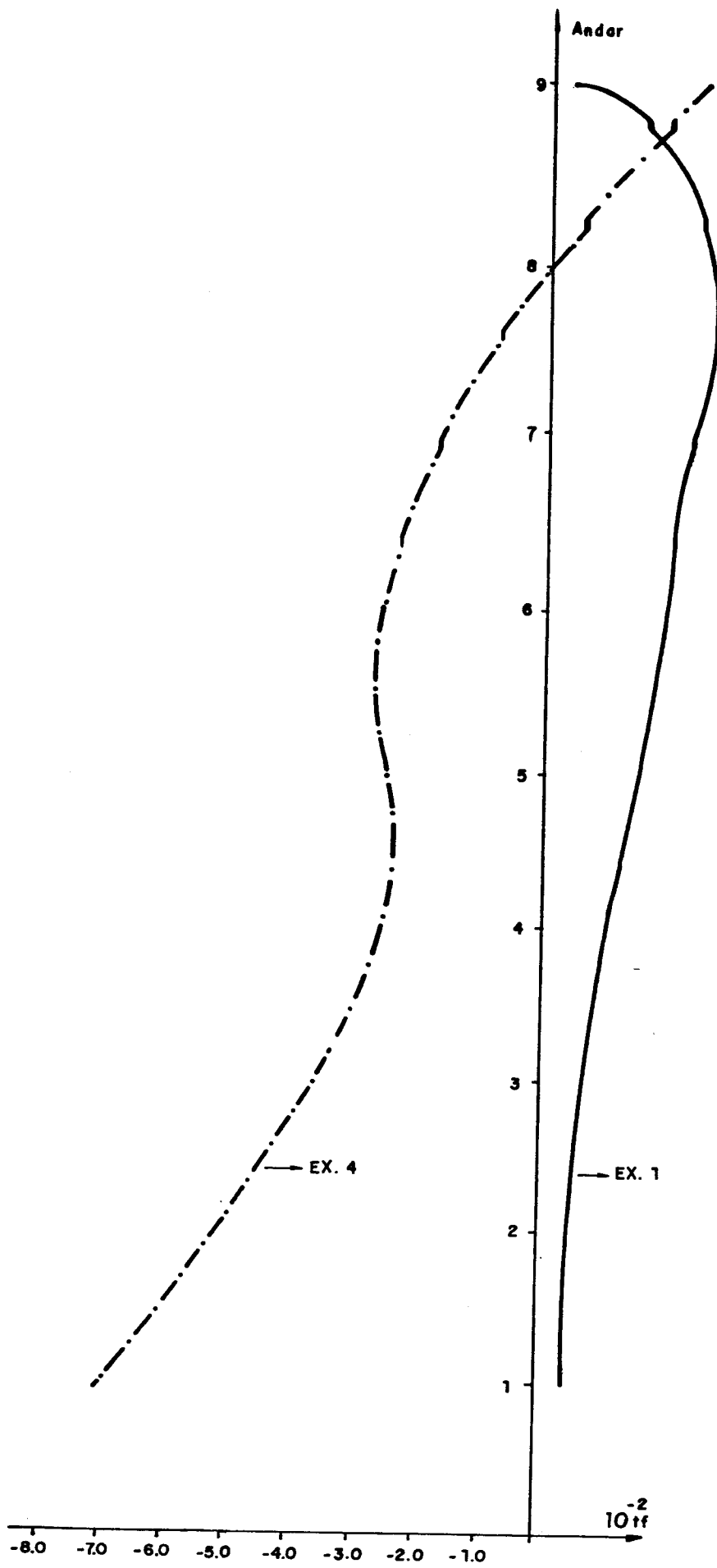


FIG. (IV-1-13) FORÇAS CORTANTES NA VIGA 6

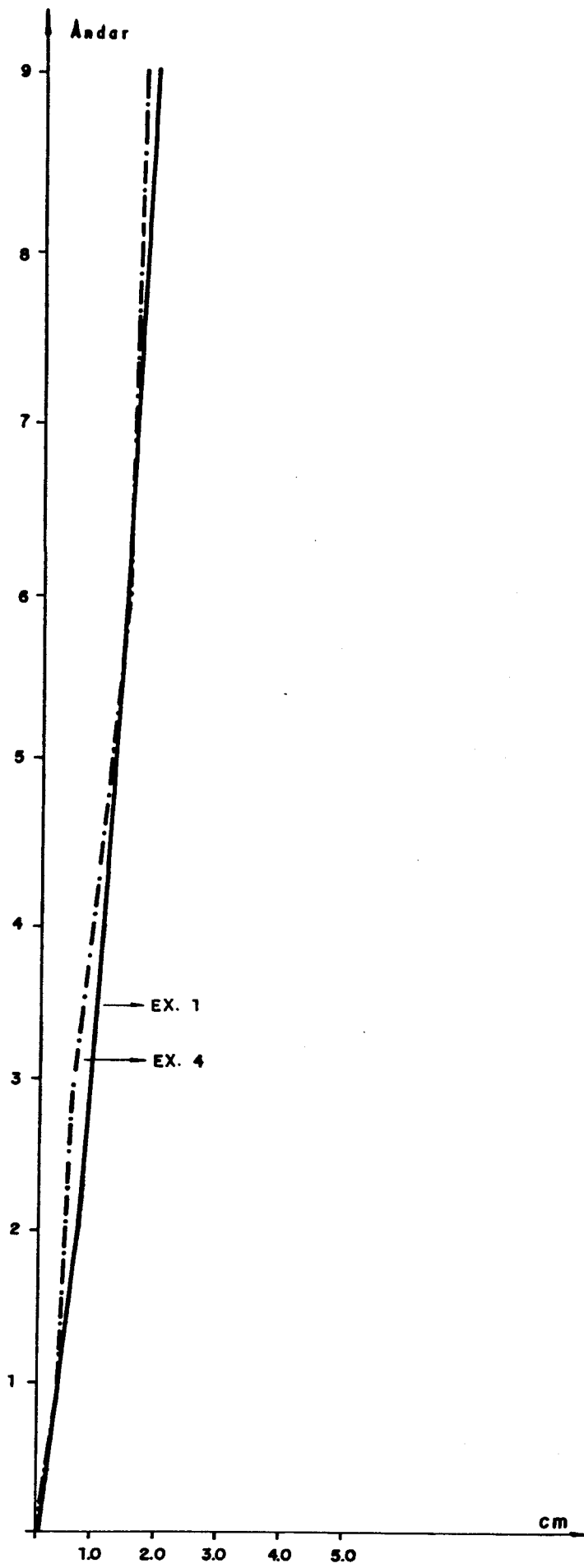


FIG. (IV-1-14) DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS

III-5 - CONCLUSÃO

Após análise dos exemplos concluiu-se que quando o pórtico possui elevado número de nós e barras como o verificado no exemplo nº 2, ocorre um erro no equilíbrio das forças horizontais e momentos (de 4,6% no exemplo citado). Quando o pórtico do exemplo nº 2 foi reduzido para 20 andares o erro reduziu-se à 1,87%.

Supõe-se que ao utilizar as SUBROTINAS SBAND e DBAND ocorreu um erro de arredondamento nas operações realizadas. Para uma análise mais precisa seria necessária a utilização de variáveis com dupla precisão o que não foi possível pois para este trabalho contou-se com um computador IBM 370/135 com 268 K de memória utilizável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- MANCINI, E. - Estruturas tubulares de edifícios altos.
São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos - USP,
1980.
- 2- COULL, A. & SUBEDI, N.K. - Framed tube structures for
high-rise buildings. Journal of the Structural Divi-
sion, ASCE, 97 (8): 2097-2105, Aug. 1971.
- 3- AST, P.F. - Analysis of framed tube structures for tall
buildings. Toronto, University of Toronto, 1972.
- 4- ANTUNES, H.M.C.C. - Carregamento crítico de instabilidade
geral para estruturas tridimensionais de edifícios altos.
São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos - USP,
1978.
- 5- WEAVER, W. - Computer programs for structural analysis.
Canada, D.Von Nostrand Company, Inc., 1967.

BIBLIOGRAFIAS

- BUILDING design reduces steel with concrete-tube wind bracing. Engineering News-Record, 186 (21): 18-19, June 3, 1971.
- 50-STORY tube with 1,748 holes cuts square footage costs 35%. Engineering News-Record, 192 (5): 23-24, Jan. 31, 1974.
- COLACO, J.P. & MAHENDRA, H. - Immeuble-tour à Southfield. Acier-Stahl-Steel, 40(7-8): 250-253, Jul. 1975.
- COULL, A. & SUBEDI, N.K. - Framed-tube structures for high-rise buildings. Journal of the Structural Division, ASCE, 97 (8): 2097-2105, Aug. 1971.
- COULL, A. & BOSE, B. - Simplified analysis of frame-tube structures. Journal of the Structural Division, ASCE, 101 (11): 2223-2240, Nov. 1975.
- GUNNIN, B.L. - Le "First International Building" à Dallas. Acier-Stahl-Steel, 41 (3): 81-84, March, 1976.
- KHAN, F.R. & AMIN, N.R. - Analysis and design of framed tube structures for tall concrete buildings. The Structural Engineer, 51 (3): 85-92, March, 1973.
- KRISHNA, J. ; KHAN, F.R. ; RAO, B.S. - Structural design of tall buildings. In: NATIONAL CONFERENCE ON TALL BUILDINGS, Proceedings, New Delhi, Jan. 1973.
- MANCINI, E. - Analysis of framed tube structures by the continuous medium technique. In: SEMINAR ON TALL STRUCTURES AND USE OF PRESTRESSED CONCRETE IN HYDRAULIC STRUCTURES - ING/IABSE, Shrinagar, India, May, 1984.

MAZZEO, L.A. & FRIES, A.D. - Perimetral tube for 37-story steel building. Journal of the Structural Division, ASCE, 98 (6): 1255-1272, June, 1972.

MOSCO, V. - Nouvelle conception architecturale et structurale des immeubles de grande hauteur. Acier-Stahl-Steel, 41 (7-8): 258-264, Jul. 1976.

SCHWAIGHOFER, J. & AST, P.F. - Economical analysis of large framed-tube structures. New York, Pergamon Press, 1974. p.73-77. (Building Science, vol.9)

SCHWAIGHOFER, J. & AST, P.F. - Tables for the analysis of framed tube buildings. Toronto, University of Toronto, 1972. (Public. n^o 7201)

SKINNER, W.E.A. - The Connaught Centre, Hong Kong. The Structural Engineer, 50 (11): 429-443, Nov. 1972.

SKINNER, W.E.A. - 50-storey office tower in Hong Kong. Civil Engineering and Public Works Review, 66 (774): 59-61, Jan 1971.

STAMATO, M.C. & STAFFORD-SMITH, B. - Análise aproximada de estruturas tridimensionais de edifícios altos. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos - USP, 1968. 23p.