

## **CAPITULO 10 - SISTEMAS INTEGRADOS**

De acordo com os estudos efetuados sobre transportadores contínuos de granéis sólidos, podemos determinar que eles atuem de modo individual ou integrado com outros transportadores do mesmo tipo ou de tipos diferentes.

Quando da necessidade de utilização de mais de um transportador numa planta, temos os Sistemas Integrados de Transporte que tem o objetivo de efetuar o transporte de materiais de maneira mais econômica, suprimindo as necessidades técnicas das indústrias, se adequando ao seu layout e de seus equipamentos de modo mais eficaz.

Dentro de um sistema integrado podem ser encontrados:

- Diversos transportadores;
- Elementos de ligação (moegas, tremonhas, calhas, chutes);
- Elementos de armazenamento (silos, pilhas);
- Elementos de controle de estocagem (empilhadoras, pás carregadeiras, recuperadoras);
- Estações de controle e de força.

Para o projeto de um sistema integrado, devemos determinar os seguintes itens:

- Desenhos (plantas, vistas e isométricos) da indústria;
- Desenhos animados, isométricos e diagramas unifilares da instalação de transporte;
- Memorial de cálculo dos transportadores e dos equipamentos anexos ao sistema (equipamentos elétricos e instalações físicas);
- Memorial descritivo;
- Especificações;
- Lista de materiais.

### 10.1 – Itens a serem avaliados num sistema integrado

Uma correta avaliação do sistema integrado é fundamental para um bom projeto. Por isso a escolha de cada equipamento deve ser baseada na análise de alguns parâmetros como:

- Investimento;
- Manutenção;
- Tempo de vida do projeto;
- Ociosidade dos equipamentos;
- Capacidade de Ampliação;
- Lay out da planta;
- Potência consumida;
- Capacidade de atender as necessidades do projeto.

Pode-se utilizar um sistema de notas ponderadas para cada item analisado e ou final verificar qual a configuração de equipamentos que melhor se enquadra nas necessidades e possibilidades do cliente.

No item de manutenibilidade é interessante observar que existem três tipos de manutenção a serem considerados:

- Manutenção corretiva – efetuada para reparo de instalações ou equipamento já danificados;
- Manutenção preventiva – efetuada a partir de parâmetros pré-determinados dos equipamentos, que definem um cronograma para antecipação de ações que evitem a falha do equipamento;
- Manutenção preditiva – baseada em inspeções (parâmetros / procedimentos), que geram registros (gráficos e tabelas) para análises dos pontos de avaliação estatística das possíveis falhas dos equipamentos, que podem levar a uma reavaliação das operações corretivas ou preventivas nas instalações industriais.

## 10.2 – Aplicações de sistemas integrados.

Como exemplo de sistemas integrados podemos visualizar tanto instalações industriais como equipamentos que utilizem sistemas integrados de transporte, como por exemplo as colheitadeiras agrícolas.



Fig. 99 – Vista em corte de uma colheitadeira com sistemas integrados

Em uma colheitadeira podemos encontrar tipos diferentes de transportadores para deslocar os grãos colhidos até o reservatório, para descarga posterior.

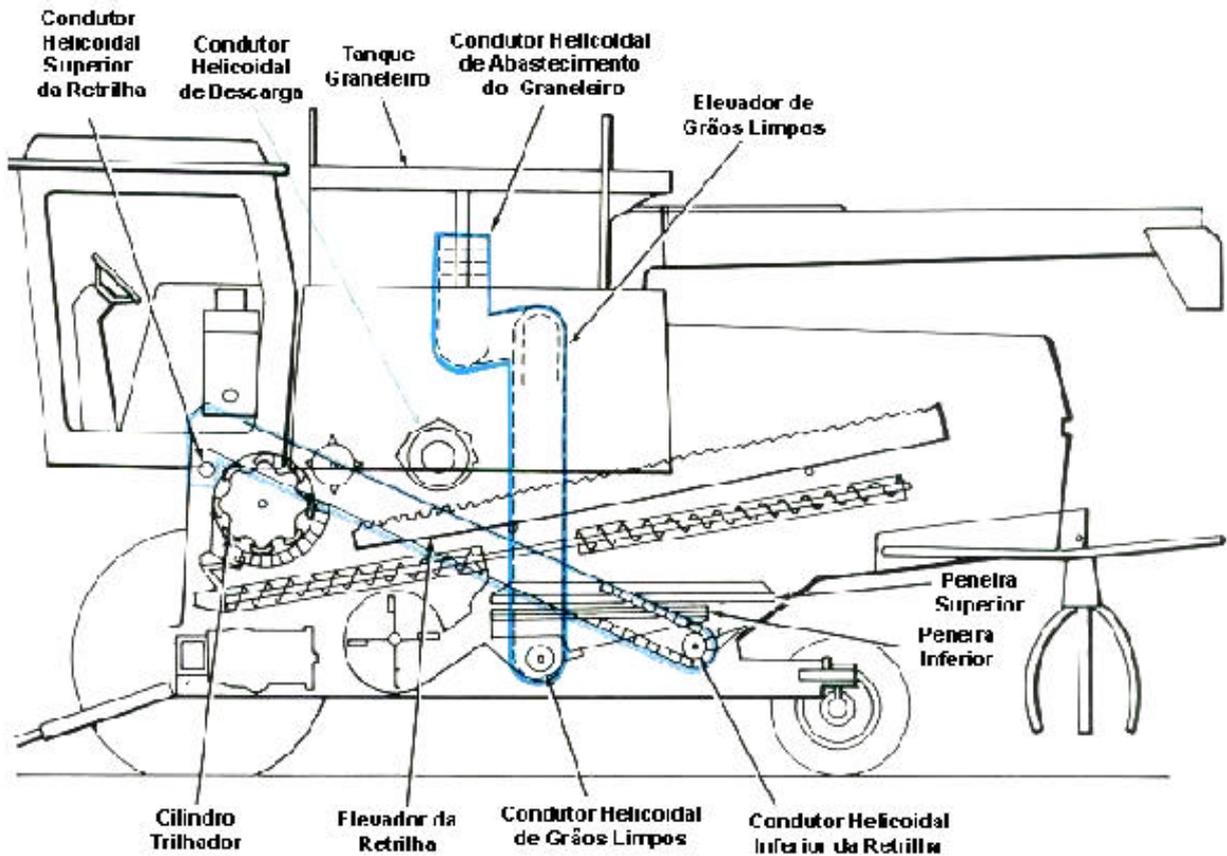


Fig. 100 – Lay out de uma colheitadeira com sistemas integrados

### 10.3 – Diagrama unifilar

É a representação tridimensional dos elementos contidos em um sistema integrado. E tem por objetivo facilitar a visualização dos equipamentos na planta, dando noção de espaço nos sentidos norte-sul, leste-oeste e de altura.

A representação é feita através de linhas e pontos, onde as linhas representam os equipamentos e os pontos os locais de carga e descarga.

O diagrama deve ser feito em papel milimetrado isométrico, ou seja com a utilização dos 3 eixos (X, Y, Z) de coordenadas.

Onde : Eixo X → Cotas no sentido Leste Oeste

Eixo Y → Cotas no sentido Norte Sul

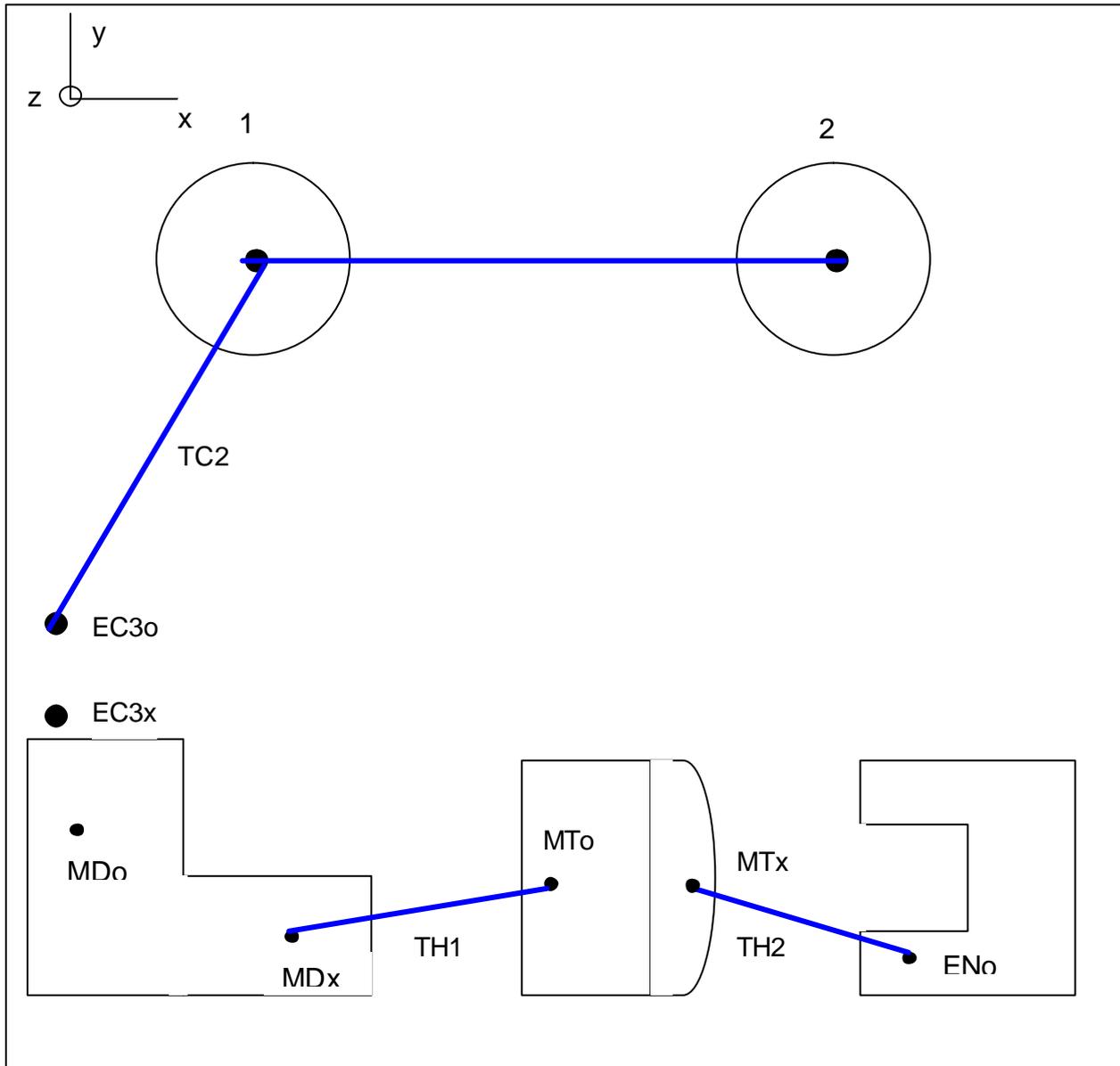
Eixo Z → Altura

Deve-se observar a necessidade de utilizar escalas diferentes entre os eixos X e Y do eixo Z para que se tenha uma melhor noção de altura dos elementos.

O diagrama unifilar pode também ser feito em programas de CAD (Desenho assistido por computador), para isso é necessário a entrada das coordenadas (X, Y, Z)

10.4 – Exercícios

1 – Apresentar o encaminhamento, o memorial de calculo e o diagrama unifilar dos equipamentos necessários para transportar o material dos silo 1 e 2 até o misturador da fabrica de ração abaixo apresentada



**PREMISSAS:**

- 1 – Silo de Milho ( $SMo = +15$  m;  $SMx = +5$  m)
- 2 – Silo de Soja ( $SSo = +15$  m;  $SSx = +5$  m)
- 3 – Moedor ( $MDo = +6$  m;  $MDx = +3$  m)
- 4 – Misturador ( $MTo = +5$  m;  $MTx = +2$  m)
- 5 – Misturador ( $ENo = +8$  m)
- $Q = 185$  ton/h
- Proporção: (Milho: Soja)  $\Rightarrow$  (2 : 1)

**COORDENADAS (x; y; z):**

SMo (+7,5 m; +20 m; +15m)

SMx (+7,5 m; +20 m; +5m)

SSo (+20 m; +20 m; +15m)

SSx (+20 m; +20 m; +5m)

MDo (+6 m; +7,5 m; +6 m)

MDx (+13 m; +6,5 m; +2 m)

MTo (+20 m; +7,5 m; +5 m)

MTx (+25 m; +7,5 m; +8 m)

ENo (+31 m; +6,5 m; +8 m)

**RESOLUÇÃO:**

**Divisão da Vazão:**

$$Q = 185 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$Q' = \frac{185}{(2+1)} = 61,67 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$\text{Soja: } Q = 1 \cdot 61,67 \frac{\text{ton}}{\text{h}} = 61,67 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$\text{Milho : } Q = 2 \cdot 61,67 \frac{\text{ton}}{\text{h}} = 123,33 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

**Descrição do material:**

1 – Milho (C35N)

$\gamma = 0,9 \text{ t/m}^3$ ;

Granular abaixo de ½”;

Ângulo de Repouso 39°

Não Abrasivo;

Com poeira explosiva;

2 – Soja (C35Y)

$\gamma = 0,4 \text{ t/m}^3$ ;

Granular abaixo de ½”;

Ângulo de Repouso 39°

Não Abrasivo;

Leve e fofo;

- Cálculo de Elevador de Canecas para alimentação do Silo de Milho:

**1 – Material:** Grão de milho

**2 – Transportador escolhido (Tab. 4.04)** ⇒ SB – Centrífugo de correia

**3 – Velocidade da caneca (Tab. 4.01)** ⇒  $v = 1,52\text{m/s}$

**4 – Vazão de carregamento:** 58,6 ton/h ⇒ Série E-6000

A máxima vazão do EC é menor que a metade da vazão de saída. O que fazer?

**5 – Distância entre centros dos tambores (L):**

H = 15 m

M = 700 mm

Q = 500 mm

$$L = H + M + Q + 0,275 = 15 + 0,7 + 0,5 + 0,275 = 16,475\text{m}$$

**6 – Características dos componentes:**

Caixa (AxB) mm	Nº Bitola	Largura da correia	Passo da caneca (mm)	Diâmetro dos tambores (mm)		Velocidade (m/s)	RPM	Capacidade da caneca (dm <sup>3</sup> )	
				D1	D2			XX	YY
580x1220	10	18"	460	600	450	1,3	41	6,0	9,6

**7 – Cálculo da potência do motor:**

$$N = \frac{v \cdot P \cdot (H + 12 \cdot D2)}{75 \cdot h} = \frac{1,3 \cdot \left( \frac{1000 \cdot 0,9 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{0,46} \right) \cdot (16,475 + 12 \cdot 0,45)}{75 \cdot 0,9} = 4,94\text{HP}$$

**8 – Escolha do conjunto de Acionamento (Pág. 4-11):**

Para motor = 5,0 HP

Nº do conjunto de acionamento: Nº 03

Nº do redutor: R-90

**9 – Capacidade do Elevador:**

$$Q = \frac{3600 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot 1,3 \cdot 0,9}{0,46} = 54,93 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

**10 – Cálculo das tensões na correia (Pág. 4-12):**

a) Tensão efetiva:

$$T_e = \frac{(H + 12 \cdot D2) \cdot q_c \cdot g \cdot 1000}{C} = \frac{(16,475 + 1 \cdot 0,45) \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9 \cdot 1000}{0,46} = 256,79 \text{kgf}$$

b) Tensão máxima da correia (Pág. 4-13):

$$T_1 = (1 + 0,97) \cdot T_e = (1 + 0,97) \cdot 256,79 = 505,88 \text{kgf}$$

- Cálculo de Elevador de Canecas para alimentação do Silo de Soja:

**1 – Material:** Soja integral

**2 – Transportador escolhido (Tab. 4.04)** ⇒ SB – Centrífugo de correia

**3 – Velocidade da caneca (Tab. 4.01)** ⇒  $v = 1,52 \text{m/s}$

**4 – Vazão de carregamento:** 58,6 ton/h ⇒ Série E-6000

**5 – Distância entre centros dos tambores (L):**

H = 15 m

M = 700 mm

Q = 500 mm

$$L = H + M + Q + 0,275 = 15 + 0,7 + 0,5 + 0,275 = 16,475 \text{m}$$

**6 – Características dos componentes:**

Caixa (AxB) mm	Nº Bitola	Largura da correia	Passo da caneca (mm)	Diâmetro dos tambores (mm)		Velocidade (m/s)	RPM	Capacidade da caneca (dm³)	
				D1	D2			XX	YY
580x1220	10	18"	460	600	450	1,3	41	6,0	9,6

**7 – Cálculo da potência do motor:**

$$N = \frac{v \cdot P \cdot (H + 12 \cdot D2)}{75 \cdot h} = \frac{1,3 \cdot \left( \frac{1000 \cdot 0,4 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{0,46} \right) \cdot (16,475 + 12 \cdot 0,45)}{75 \cdot 0,9} = 2,19 \text{HP}$$

**8 – Escolha do conjunto de Acionamento (Pág. 4-11):**

Para motor = 3,0 HP

Nº do conjunto de acionamento: Nº 02

Nº do redutor: R-60

**9 – Capacidade do Elevador:**

$$Q = \frac{3600 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot 1,3 \cdot 0,4}{0,46} = 24,41 \frac{ton}{h}$$

(Devido ao baixo peso específico a capacidade de transporte cai mais que a metade)

- **Cálculo do Transportador de Correia (TC1) do Silo de Soja para Silo de Milho:**

Material: Soja em flocos;  $\gamma = 0,4 \text{ t/m}^3$ ;

Vazão = 62 t/h

Comprimento: L = 15 m

**1º Hipótese:**

**Velocidade da Correia:**

Largura da correia = 20"

Velocidade : v = 3,0m/s

**Vazão volumétrica:**

Transportador horizontal ( $\alpha=0^\circ$ )  $\Rightarrow K = 1,00$

$$C_t = \frac{Q}{v \cdot K \cdot \gamma} = \frac{62}{3,0 \cdot 1,0 \cdot 0,4} = 51,66 \frac{m^3}{h}$$

**Limitações do ângulo:**

ARD = ARE  $-15^\circ = 29^\circ - 15^\circ = 14^\circ$

**Capacidade Ociosa (OC = 70%):**

$$OC = \frac{51,67}{0,7} = 73,81 \frac{m^3}{h}$$

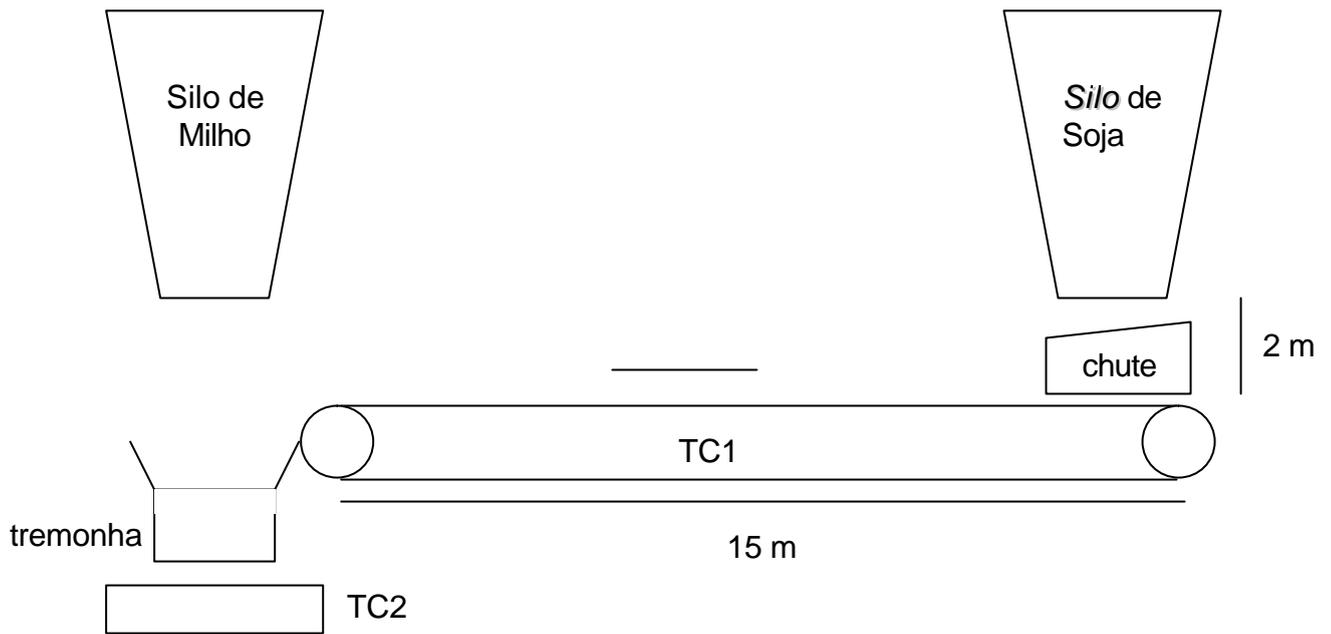
Conclusão: Utilizar correia de 20" com 2 rolos iguais de 20"; ângulo de acomodação de 5°; Ct = 55 m³/h a 1,0 m/s

**Cálculo da Potência do TC1:**

$$Ne = v \cdot (N_v + N_g) + \frac{Q}{100} \cdot (N_1 \pm N_h)$$

$$Ne = 3,0(0,55 + 0,93) + \frac{62}{100}(0,63 + 0) = 4,83HP$$

Para um rendimento de 90%  $\Rightarrow$  Potência fornecida = 5,36 HP



Cálculo do Transportador de Correia (TC2) do Silo de Milho até o EC1:

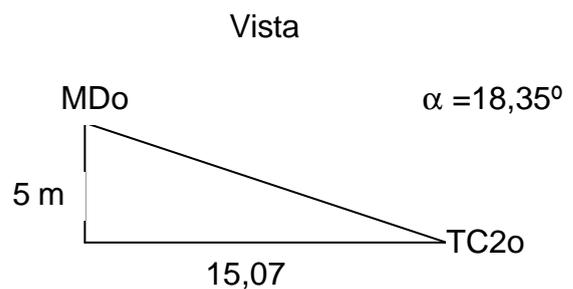
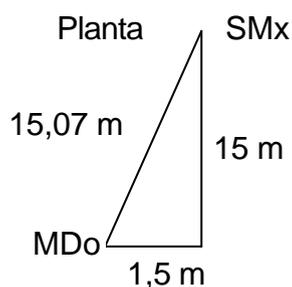
Material: milho (124 ton/h) + soja (62 ton/h) = 186 ton/h ;

$$g = \frac{0,9 \cdot 2 + 0,4 \cdot 1}{3} = 0,733 \frac{ton}{h}$$

Comprimento: L = 15 m

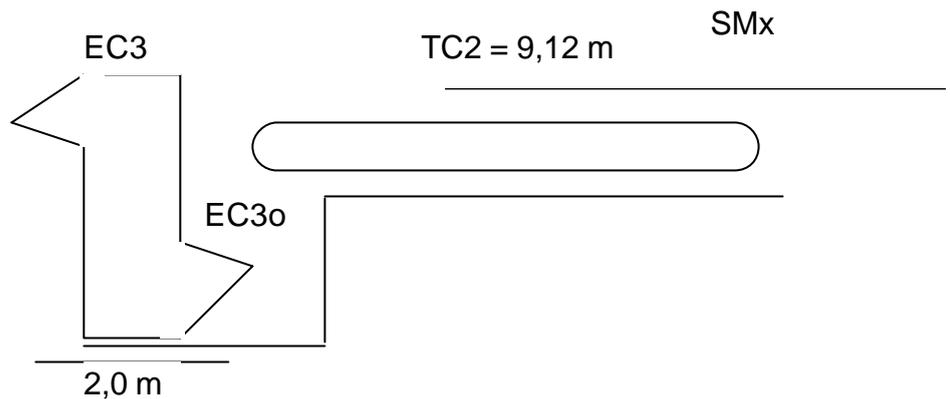
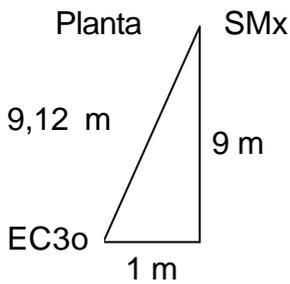
Configuração do Transportador de Correia (TC2):

1º Hipótese:



Observação: se colocar uma moega de 2,0 m. acima de Mdo  $\Rightarrow$   $\alpha = 24,91^\circ$ . O que não serve pela limitação da inclinação.

**2º Hipótese:**



**Velocidade da Correia:**

Largura da correia = 20"  
 Velocidade:  $v = 3,0 \text{ m/s}$

**Vazão volumétrica:**

Transportador horizontal ( $\alpha = 0^\circ$ )  $\Rightarrow K = 1,00$

$$C_t = \frac{Q}{v \cdot K \cdot g} = \frac{185}{3,0 \cdot 1,0 \cdot 0,73} = 84,47 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

**Limitações do ângulo:**

$$\text{ARD} = \text{ARE} - 15^\circ = 29^\circ - 15^\circ = 14^\circ$$

**capacidade Ociosa (OC = 70%):**

$$OC = \frac{84,47}{0,7} = 120,67 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

**Velocidade da Correia:**

Largura da correia = 24"  
 Velocidade:  $v = 3,0 \text{ m/s}$

**3º Hipótese:**

**Vazão volumétrica:**

Transportador horizontal ( $\alpha = 0^\circ$ )  $\Rightarrow K = 1,00$

$$C_t = \frac{Q}{v \cdot K \cdot g} = \frac{185}{3,0 \cdot 1,0 \cdot 0,73} = 84,47 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

**Limitações do ângulo:**

$$\text{ARD} = \text{ARE} - 15^\circ = 29^\circ - 15^\circ = 14^\circ$$

**Capacidade Ociosa (OC = 70%):**

$$OC = \frac{84,47}{0,7} = 120,67 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

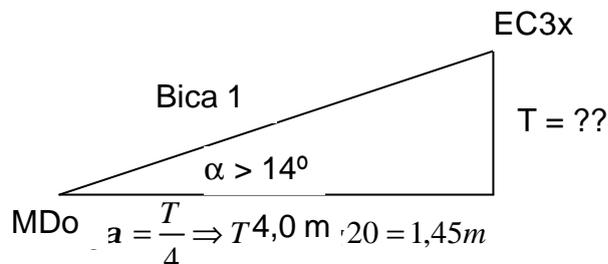
Largura da correia 24" com 3 rolos iguais de  $\beta = 35^\circ$ ; ângulo de acomodação  $5^\circ$  e capacidade  $103 \text{ m}^3/\text{h}$  para  $1,0 \text{ m/s}$

**Cálculo da Potência do TC2:**

$$Ne = v \cdot (Nv + Ng) + \frac{Q}{100} \cdot (N1 \pm Nh)$$

$$Ne = 3,0(0,57 + 0,60) + \frac{186}{100}(0,50 + 0) = 4,43HP$$

- **Cálculo do Elevador de Canecas para elevar a “mistura” do TC2 até o moedor:**



**1 – Material:** Mistura

**2 – Transportador escolhido (Tab. 4.04)** ⇒ SB – Centrífugo de correia

**3 – Velocidade da caneca (Tab. 4.01)** ⇒ v = 1,52m/s

**4 – Vazão de carregamento:** 58,6 ton/h ⇒ Série E-6000

**5 – Distância entre centros dos tambores (L):**

H = 10,5 m

M = 700 mm

Q = 500 mm

$$L = H + M + Q + 0,275 = 10,5 + 0,7 + 0,5 + 0,275 = 11,975 \approx 12,0m$$

**6 – Características dos componentes:**

Caixa (Ax B) mm	Nº Bitola	Largura da correia	Passo da caneca (mm)	Diâmetro dos tambores (mm)		Velocidade (m/s)	RPM	Capacidade da caneca (dm³)	
				D1	D2			XX	YY
580x1220	10	18"	460	600	450	1,3	41	6,0	9,6

**7 – Cálculo da potência do motor:**

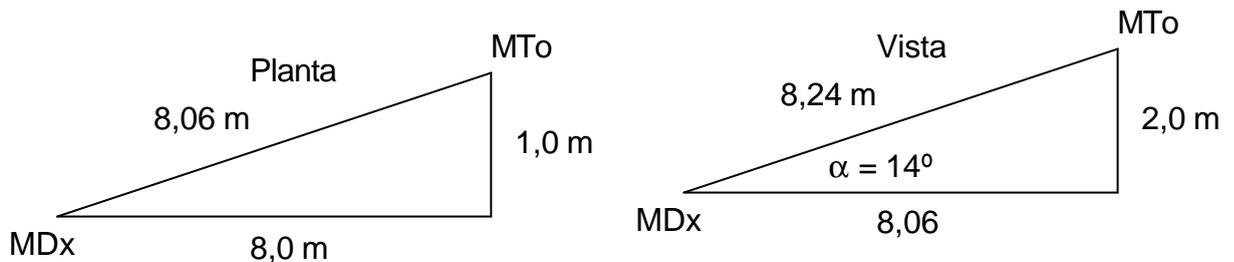
$$N = \frac{v \cdot P \cdot (H + 12 \cdot D2)}{75 \cdot h} = \frac{1,3 \cdot \left( \frac{1000 \cdot 0,733 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{0,46} \right) \cdot (12 + 12 \cdot 0,45)}{75 \cdot 0,9} = 4,74HP$$

**8 – Capacidade do Elevador:**

$$Q = \frac{3600 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot 1,3 \cdot 0,733}{0,46} = 44,74 \frac{ton}{h}$$

Serão necessários 05 elevadores SB, Série E-6000 colocados lado a lado. Cada um terá capacidade de 58,6 ton/h e serão alimentadas por uma moega com 05 saídas umas para cada EC. A entrada no moinho também terá uma moega para cada entrada dos produtos proveniente de cada bica que sai do EC.

- Cálculo do TH1 para transportar mistura do moedor para o misturador:



$Q = 185 \text{ ton/h}$

Inclinação:  $15^\circ \Rightarrow K = 0,7$

Produto leve e não abrasivo  $\Rightarrow \lambda = 0,4$

Material não abrasivo  $\Rightarrow t = D$

$\lambda = 0,35 \Rightarrow$  Leves e pouco abrasivo

**1º Hipótese ( $n = 60 \text{ rpm}$ ):**

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \cdot g \cdot I \cdot K \cdot n}} = \sqrt[3]{\frac{185}{47 \cdot 0,73 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 60}} = 0,68m \text{ (não serve)}$$

**2º Hipótese ( $n = 40 \text{ rpm}$ ):**

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \cdot g \cdot I \cdot K \cdot n}} = \sqrt[3]{\frac{185}{47 \cdot 0,73 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 40}} = 0,78m \text{ (não serve)}$$

$$v = \frac{t \cdot n}{60} = \frac{0,78 \cdot 40}{60} = 0,52 \frac{m}{s}$$

**3º Hipótese ( $n = 30 \text{ rpm}$ ):**

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \cdot g \cdot I \cdot K \cdot n}} = \sqrt[3]{\frac{185}{47 \cdot 0,73 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 30}} = 0,86m \text{ (não serve)}$$

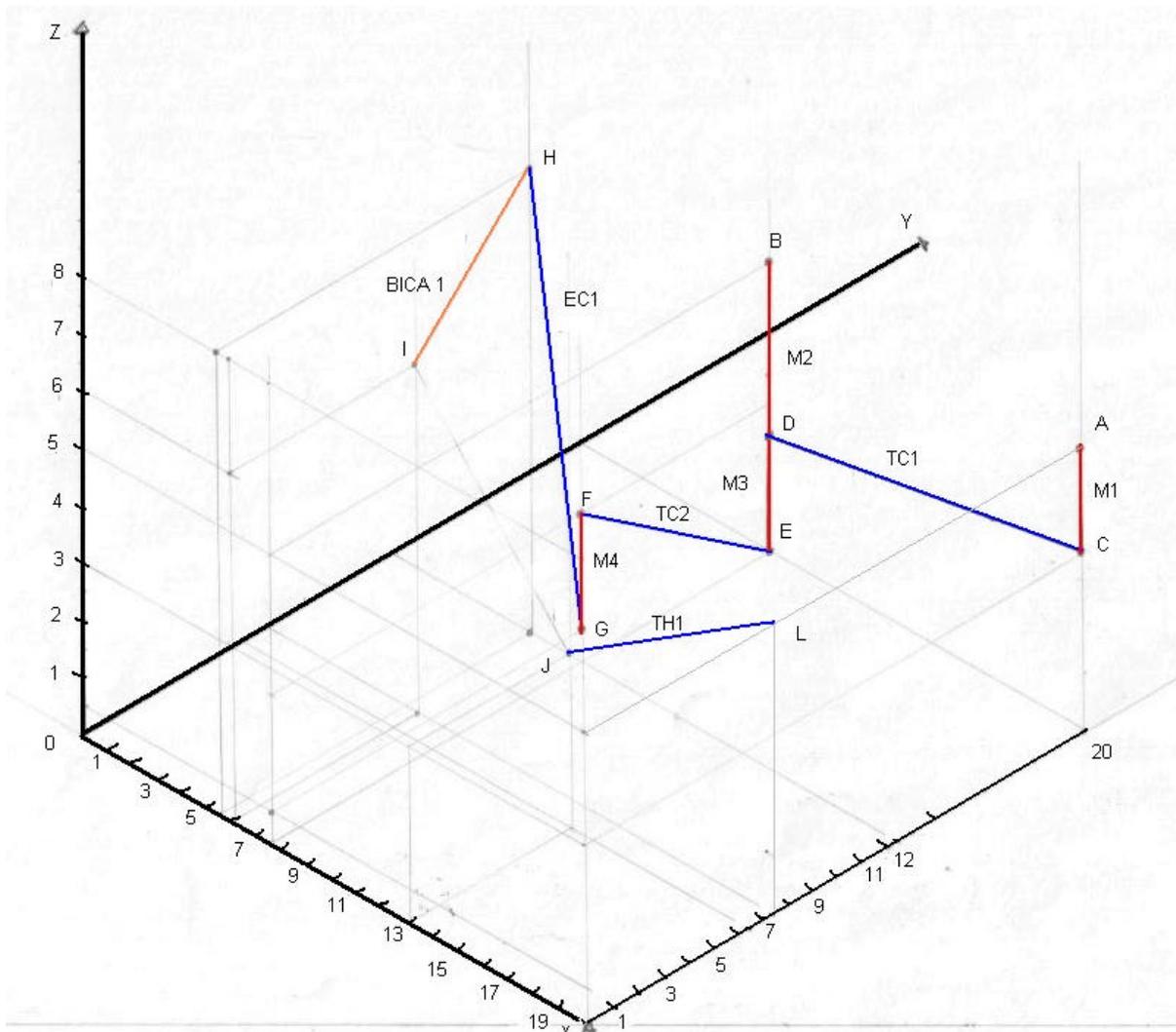
$$v = \frac{t \cdot n}{60} = \frac{0,86 \cdot 30}{60} = 0,43 \frac{m}{s}$$

**4ª Hipótese (n = 20 rpm):**

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \cdot g \cdot I \cdot K \cdot n}} = \sqrt[3]{\frac{185}{47 \cdot 0,73 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 20}} = 0,98m$$

$$v = \frac{t \cdot n}{60} = \frac{0,98 \cdot 20}{60} = 0,32 \frac{m}{s}$$

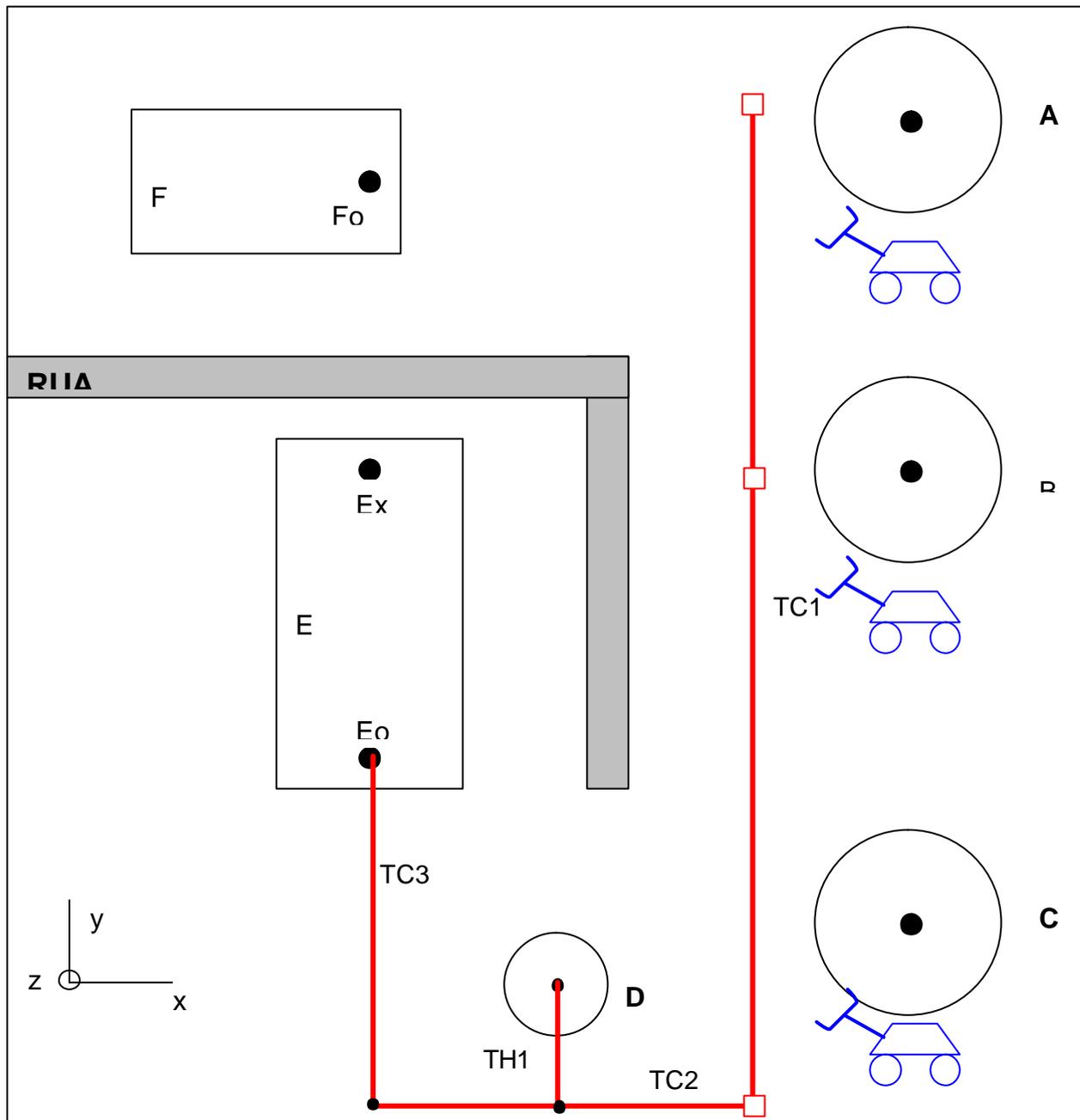
$$N = \frac{72 + 2}{367} + \frac{72 \cdot 2,5 \cdot 8,24}{367} = 4,43kW = 5,95HP$$



Onde Pontos (X, Y, Z):

- A → Saída do silo de soja – (+20;+20;+5)
- B → Saída do silo de milho – (+7,5;+20;+5)
- C → Entrada do TC1 – (+20;+20;+3)
- D → Descarga do TC1 – (+7,5;+20;+2)
- E → Entrada do TC2 – (+7,5;+20;0)
- F → Descarga do TC2 – (+7,5;+12,5;+2,6)
- G → Entrada do EC1 – (+7,5;+12,5;+0,6)
- H → Descarga do EC1 – (+5,5;+12,5;+8)
- I → Entrada do Misturador – (+6,0;+7,5;+6)
- J → Entrada do TH1 - (+13; +6,5;+2)
- L → Descarga do TH1 – (+20;+7,5;+5)

2 - UNIDADE DE PRODUÇÃO DE CONCRETO



**PREMISSAS:**

A – Pilha de Brita

B – Pilha de Brita

C – Pilha de Areia

D – Silo Cimento Portanlad ( $D_o = +20$  m;  $D_x = +5$  m)

E – Misturador ( $E_o = +9$  m;  $E_x = +4$  m)

F – Betoneira ( $F_o = +8$  m)

$Q = 108$  t/h de concreto seco com 2% de perdas no processo (de A, B e C) para (D)

Estoque para 3 dias de produção (10 h / dia)

Constituição do Concreto: (Cimento; Areia; Brita)  $\Rightarrow$  (2; 3; 5)

**COORDENADAS (x; y; z):**

Ax (+100 m; +100 m; 0m)  
 Bx (+100 m; +60 m; 0m)  
 Cx (+100 m; +20 m; 0 m)  
 Do (+65 m; +15 m; +20 m)  
 Dx (+65 m; +15 m; +5 m)  
 Eo (+ 45 m; +42,5 m; +9 m)  
 Ex (+ 45 m; +67,5 m; +4 m)  
 Fo (+ 47,5 m; +95 m; +8 m)

**RESOLUÇÃO:**

**Divisão da Vazão:**

$$Q = 108 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$Q' = \frac{108}{(2+3+5)} = 10,8 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$\text{Areia: } Q = 3 \cdot 10,8 \frac{\text{ton}}{\text{h}} = 32,4 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$\text{Cimento: } Q = 5 \cdot 10,8 \frac{\text{ton}}{\text{h}} = 54 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$\text{Brita: } Q = 2 \cdot 10,8 \frac{\text{ton}}{\text{h}} = 21,6 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

**Cálculo do volume da pilha:**  $V = \frac{p \cdot R^2 \cdot h}{2}$

$$\text{cimento} = 2 \cdot 10,8 \frac{\text{ton}}{\text{h}} = 21,6 \frac{\text{ton}}{\text{h}} \cdot 3 \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{dia}} = 648,0 \cdot \frac{1}{0,98} = 661,22 \text{ton}$$

$$\text{areia} = 3 \cdot 10,8 \frac{\text{ton}}{\text{h}} = 32,4 \frac{\text{ton}}{\text{h}} \cdot 3 \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \cdot \frac{1}{0,98} = 991,84 \text{ton}$$

$$\text{brita} = 5 \cdot 10,8 \frac{\text{ton}}{\text{h}} \cdot 3 \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \cdot \frac{1}{0,98} = 1653,06 \text{ton}$$

Peso específico:

Cimento (2) = 1,6 ton/m<sup>3</sup> ; A36M; ARE = 45°

Areia (3) = 1,8 ton/m<sup>3</sup> ; ARE = 45°

Brita (5) = 2,3 ton/m<sup>3</sup> ; ARE = 30°

$$\text{Cimento: } g = \frac{M}{V} \Rightarrow 1,6 = \frac{661,22}{V} \Rightarrow V = 413,26 \text{m}^3$$

$$\text{Silo: } V = p \cdot R^2 \cdot h \Rightarrow 413,26 = p \cdot 5^2 \cdot h \Rightarrow h = 5,26 \text{m}$$

$$\text{Areia : } g = \frac{M}{V} \Rightarrow 1,8 = \frac{991,84}{V} \Rightarrow V = 551,02m^3$$

$$\text{Pilha : } V = \frac{p \cdot R^2 \cdot h}{3} \Rightarrow 551,02 = \frac{p \cdot 10^2 \cdot h}{3} \Rightarrow h = 5,26m$$

$$\text{Brita : } g = \frac{M}{V} \Rightarrow 2,3 = \frac{826,53}{V} \Rightarrow V = 359,36m^3$$

$$\text{Pilha : } V = \frac{p \cdot R^2 \cdot h}{3} \Rightarrow 359,36 = \frac{p \cdot 10^2 \cdot h}{3} \Rightarrow h = 3,43m \cdot (2 \text{ pilhas})$$

**Alturas Máximas:**

Ha = 10. tg 45° = 10 m (Areia)

Hb = 10. tg 30° = 5,77 m (Brita)

- Cálculo do TH para levar o cimento do Silo D até o TC2:

Material: cimento A26N ⇒ Peso específico 1,6 ton/m<sup>3</sup>

Q = 21,6 ton/h

Comprimento (L) = 10 m

Inclinação: 0° ⇒ K = 1

ARE = 30°

Muito Fino ⇒ Co = 1,2

Abrasivo ⇒ t = 0,8D

λ = 0,35 ⇒ Leves e pouco abrasivo

**1º Hipótese (n = 40 rpm):**

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \cdot g \cdot I \cdot K \cdot n}} = \sqrt[3]{\frac{21,6}{47 \cdot 1,6 \cdot 0,35 \cdot 1 \cdot 40}} = 0,27m \quad (\text{não serve})$$

$$v = \frac{t \cdot n}{60} = \frac{0,22 \cdot 40}{60} = 0,14$$

**2º Hipótese (n = 60 rpm):**

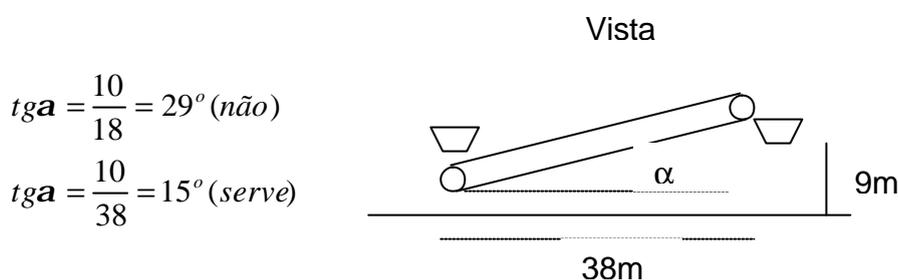
$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \cdot g \cdot l \cdot K \cdot n}} = \sqrt[3]{\frac{21,6}{47 \cdot 1,6 \cdot 0,35 \cdot 1 \cdot 60}} = 0,239m$$

$$v = \frac{t \cdot n}{60} = \frac{0,24 \cdot 60}{60} = 0,24$$

$$N = \frac{21,6 \cdot 1,2 \cdot 10}{367} = 0,706kW = 0,94HP$$

- **Cálculo do TC3 que recebe material do TC2 e leva para o misturador:**

$$Eo = + 9m + 2m \text{ (tremonha)} = 11m$$



$$tga = \frac{10}{18} = 29^\circ \text{ (não)}$$

$$tga = \frac{10}{38} = 15^\circ \text{ (serve)}$$

Material: 3 produtos  $\Rightarrow \gamma = 2,0 \text{ ton/m}^3$

Cimento: ARE = 45°

Areia: ARE = 30°  $\Rightarrow$  Mistura: 30°

Brita: ARE = 30°

**Velocidade da Correia:**

Largura da correia = 16"

Velocidade : v = 1,6m/s

**Vazão volumétrica:**

Transportador inclinado ( $\alpha=15^\circ$ )  $\Rightarrow K = 0,95$

$$Ct = \frac{Q}{v \cdot K \cdot g} = \frac{108}{1,6 \cdot 0,95 \cdot 2,0} = 35,52 \frac{m^3}{h}$$

**Limitações do ângulo:**

$$ARD = ARE - 15^\circ = 30^\circ - 15^\circ = 15^\circ$$

**Capacidade Ociosa (OC = 70%):**

$$OC = \frac{24,72}{0,7} = 50,74 \frac{m^3}{h}$$

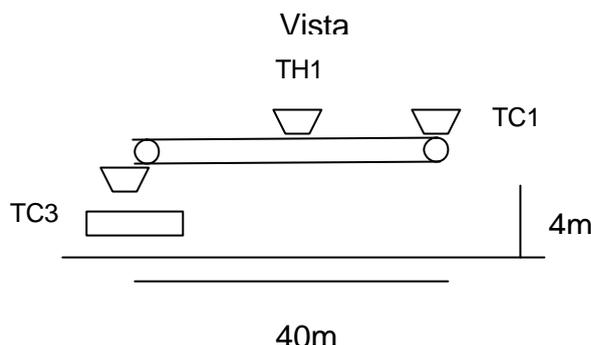
Conclusão: Utilizar correia de 16" com 2 rolos iguais de 20°; ângulo de acomodação de 5°; Ct = 40 m<sup>3</sup>/h a 1,0 m/s

**Cálculo da Potência do TC3:**

$$Ne = v \cdot (Nv + Ng) + \frac{Q}{100} \cdot (N1 \pm Nh)$$

$$Ne = 1,6(0,8 + 1,0) + \frac{10,8}{100}(1,1 + 3,7) = 8,07HP$$

- **Cálculo do TC2 que recebe material do TC1 e TH, e leva para o TC3:**



Material: 3 produtos  $\Rightarrow \gamma = 2,0 \text{ ton/m}^3$

Cimento: ARE =  $45^\circ$

Areia: ARE =  $30^\circ \Rightarrow$  Mistura:  $30^\circ$

Brita: ARE =  $30^\circ$

ARD (mistura) =  $15^\circ$

**Velocidade da Correia:**

Largura da correia = 16"

Velocidade :  $v = 1,6\text{m/s}$

**Vazão volumétrica:**

Transportador horizontal  $\Rightarrow K = 1,0$

$$Ct = \frac{Q}{v \cdot K \cdot g} = \frac{108}{1,6 \cdot 1,0 \cdot 2,0} = 33,75 \frac{m^3}{h}$$

**Limitações do ângulo:**

ARD = ARE  $-15^\circ = 30^\circ - 15^\circ = 15^\circ$

**Capacidade Ociosa (OC = 70%):**

$$OC = \frac{33,75}{0,7} = 48,21 \frac{m^3}{h}$$

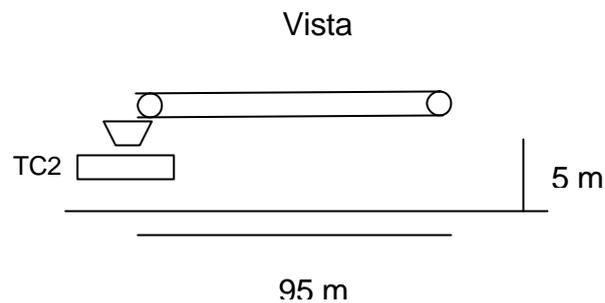
Conclusão: Utilizar correia de 16" com 2 rolos iguais de  $20^\circ$ ; ângulo de acomodação de  $5^\circ$ ;  $Ct = 40 \text{ m}^3/\text{h}$  a  $1,0 \text{ m/s}$

**Cálculo da Potência do TC2:**

$$Ne = v \cdot (Nv + Ng) + \frac{Q}{100} \cdot (N1 \pm Nh)$$

$$Ne = 1,6 \cdot (0,8 + 1,0) + \frac{10,8}{100} \cdot (1,11) = 4,09HP$$

- Cálculo do TC1 que recebe materiais das três pilhas e descarrega em TC2:



Mesma configuração do TC2 e TC3, transportador na horizontal e a vazão  $Q = 35 \text{ m}^3/\text{h}$ .

**Cálculo da Potência do TC1:**

$$N_e = v \cdot (N_v + N_g) + \frac{Q}{100} \cdot (N_1 \pm N_h)$$

$$N_e = 1,6 \cdot (1,36 + 2,52) + \frac{86,4}{100} \cdot (1,82) = 7,78 \text{ HP}$$

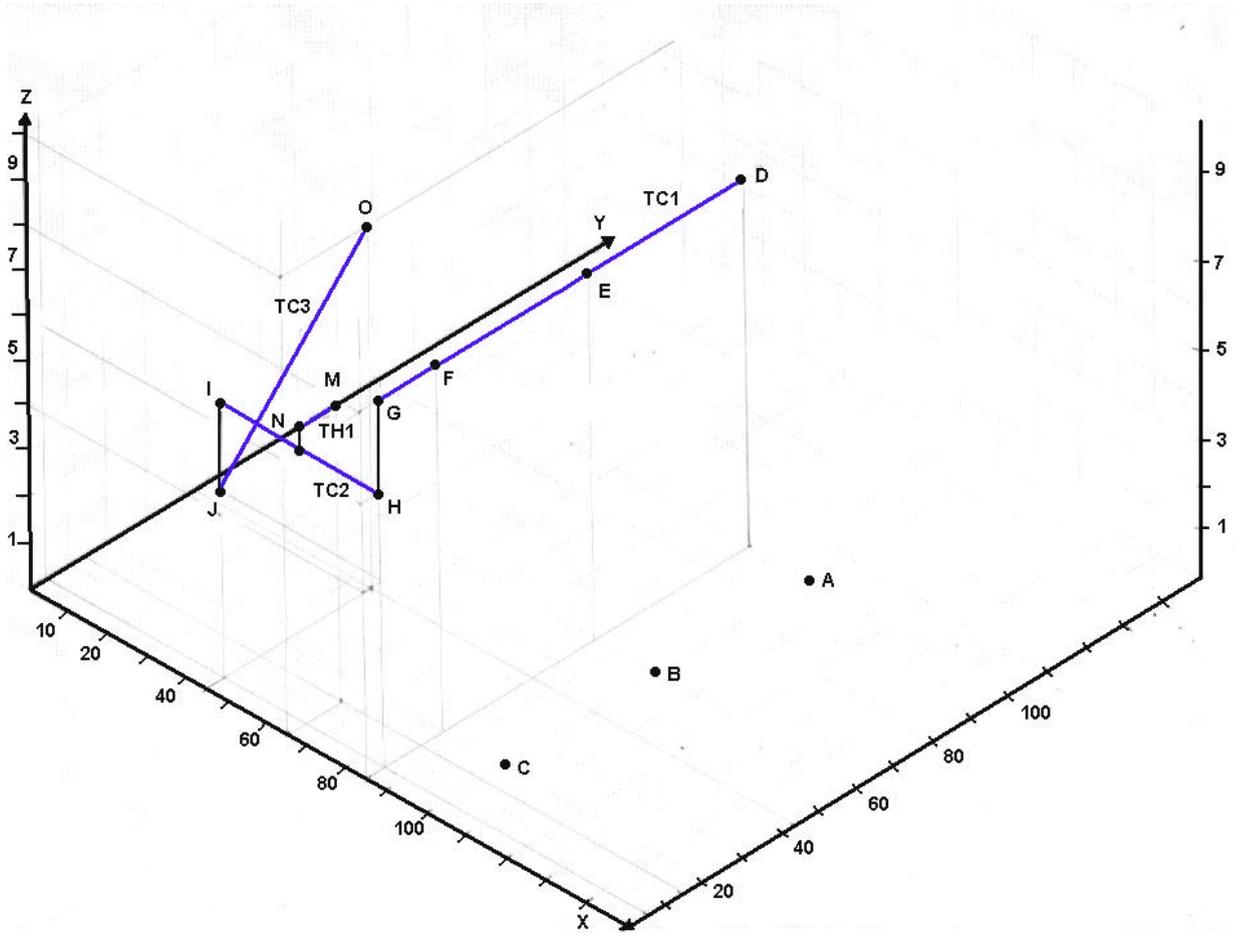
Observação:

Pás carregadeira têm que:

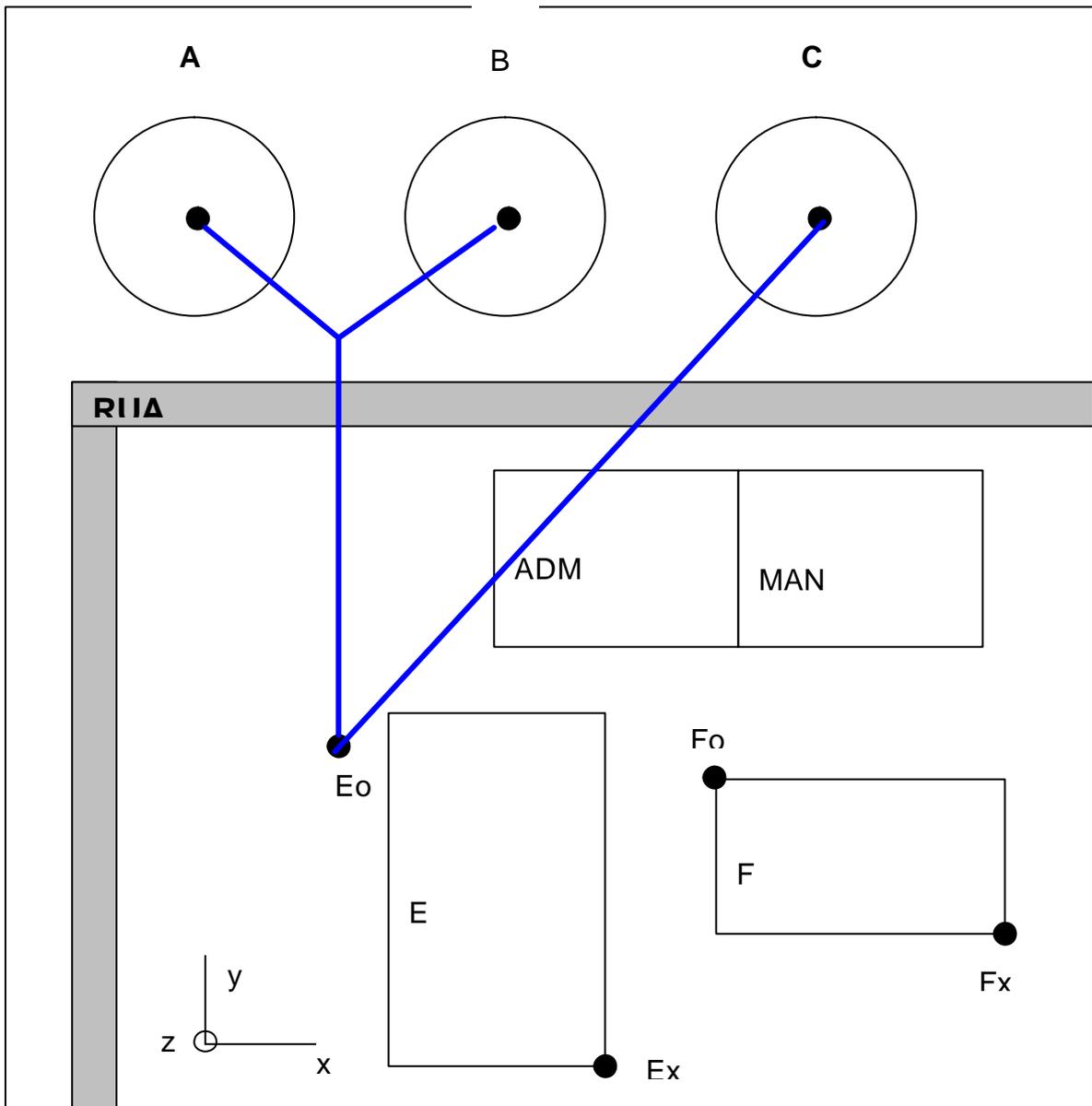
- Levantar material até 5 m;
- Comprimento de 5 m;
- Pode se movimentar até 5 m;

Diagrama Unifilar

- A → Pilha Brita – (+100;+100;0)
- B → Pilha Brita – (+100;+60;0)
- C → Pilha de areia – (+100;+20;0)
- D → Entrada do TC1 (ponto de carga da pilha A) – (+85;+100;+8)
- E → Ponto de carga de brita da pilha B – (+85;+60;+8)
- F → Ponto de carga de areia da pilha C – (+85;+20;+8)
- G → Descarga de TC1 – (+85;+5;+8)
- H → Entrada de TC2 – (+85;+5;+6)
- I → Descarga de TC2 – (+45;+5;+6)
- J → Entrada do TC3 – (+45; +5;+4)
- L → Entrada do TH1 – (+65;+15;+5)
- M → Saída de TH1 – (+65;+5;+5)
- N → Entrada de cimento no TC2 (+65;+5;+6)
- O → Descarga do TC3 (+45;+42,5;+11)



3 – Apresentar o encaminhamento, o memorial de calculo e o diagrama unifilar dos equipamentos necessários para transportar o material das pilhas A e B e do silo C até o misturador E



**PREMISSAS:**

A / B – Pilha de Areia

C – Silo de cimento;  $C_x = + 5\text{m}$

D – ADM (Administração) e MAN (Manutenção); Pé direito =  $+ 5\text{ m}$

E – Misturador;  $E_o = + 9\text{ m}$ ;  $E_x = + 4\text{ m}$

F – Embalagem;  $F_o = + 7\text{ m}$

$Q = 160\text{ ton/h}$  (Vazão)

Proporção: Areia : Cimento = 3:1

Altura da Rua = 5m

**COORDENADAS (x; y; z):**

Ax (+20 m; +100 m; 0m)  
 Bx (+50 m; +100 m; 0m)  
 Cx (+90 m; +100 m; +5 m)  
 Eo (+ 35 m; +42,5 m; +9 m)  
 Ex (+ 60 m; +10 m; +4 m)  
 Fo (+ 70 m; +40 m; +7 m)

**RESOLUÇÃO:**

**Divisão da Vazão:**

$$Q = 160 \frac{\text{ton}}{h}$$

$$Q' = \frac{160}{(3+1)} = 40 \frac{\text{ton}}{h}$$

$$\text{Areia : } Q = 3 \cdot 40 \frac{\text{ton}}{h} = 120 \frac{\text{ton}}{h}$$

$$\text{Cimento: } Q = 1 \cdot 40 \frac{\text{ton}}{h} = 40 \frac{\text{ton}}{h}$$

**Especificação dos materiais:**

**Cimento:**

Abrasivo;  
 $\gamma = 1,6 \text{ t/m}^3$   
 ARE = 30°  
 Q = 40 ton/h

**Areia:**

$\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$   
 ARE = 45°  
 Q = 120 ton/h

**Cálculo do volume da pilha de areia:**

$$V = \frac{p \cdot R^2 \cdot h}{2} = \frac{p \cdot 100^2 \cdot 10}{2} = 1047,19 \text{ m}^3$$

**Altura Máxima:**

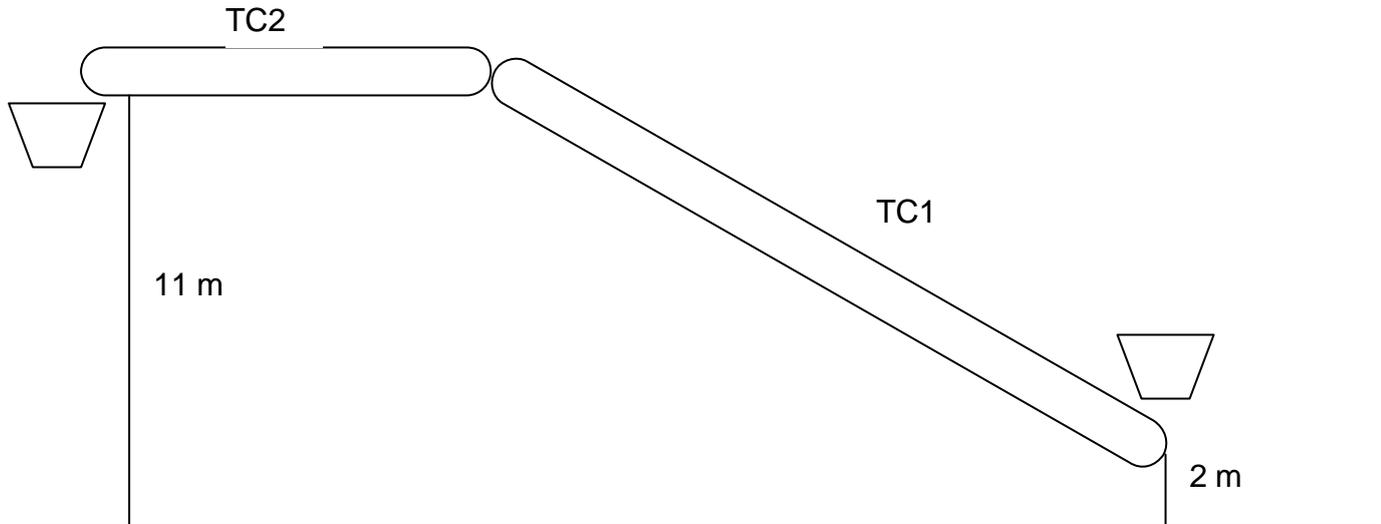
H = 10. tg 45° = 10 m (Areia)

**Nº de dias:**

$$n^\circ = \frac{1884,95}{Q \cdot \text{hora}} = \frac{1884,95}{60 \cdot 10} = 1,57$$

1,57 dias para 01 pilha  
 3,00 dias para 02 pilhas

- Cálculo do TC do Silo de cimento para Eo:



Material: cimento  $\Rightarrow \gamma = 1,6 \text{ ton/m}^3$   
 ARE =  $30^\circ$

**TC1:**

Velocidade da Correia:

Largura da correia = 16"

Velocidade:  $v = 1,6 \text{ m/s}$

Vazão volumétrica:

Transportador inclinado ( $\alpha = 11^\circ$ )  $\Rightarrow K = 0,94$

$$C_t = \frac{Q}{v \cdot K \cdot g} = \frac{40}{1,6 \cdot 0,94 \cdot 1,8} = 14,77 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Limitações do ângulo:

ARD = ARE  $-15^\circ = 30^\circ - 15^\circ = 15^\circ$

Correia de 16" com rolos planos  $\Rightarrow V = 15 \text{ m}^3/\text{h}$  para  $v = 1,0 \text{ m/s}$

Cálculo da Potência do TC1:

$$N_e = v \cdot (N_v + N_g) + \frac{Q}{100} \cdot (N_1 \pm N_h)$$

$$N_e = 1,6 \cdot (0,87 + 1,20) + \frac{40}{100} (1,217 + 3,34) = 5,14 \text{ HP}$$

**TC2:**

Velocidade da Correia:

Largura da correia = 16"

Velocidade:  $v = 1,6 \text{ m/s}$

Vazão volumétrica:

Transportador inclinado ( $\alpha=0$ )  $\Rightarrow K = 1,0$

$$Ct = \frac{Q}{v \cdot K \cdot g} = \frac{40}{1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,8} = 13,88 \frac{m^3}{h}$$

**Limitações do ângulo:**

$$ARD = ARE - 15^\circ = 30^\circ - 15^\circ = 15^\circ$$

Correia de 16" com rolos planos  $\Rightarrow V = 15 \text{ m}^3/\text{h}$  para  $v = 1,0 \text{ m/s}$

**Cálculo da Potência do TC2:**

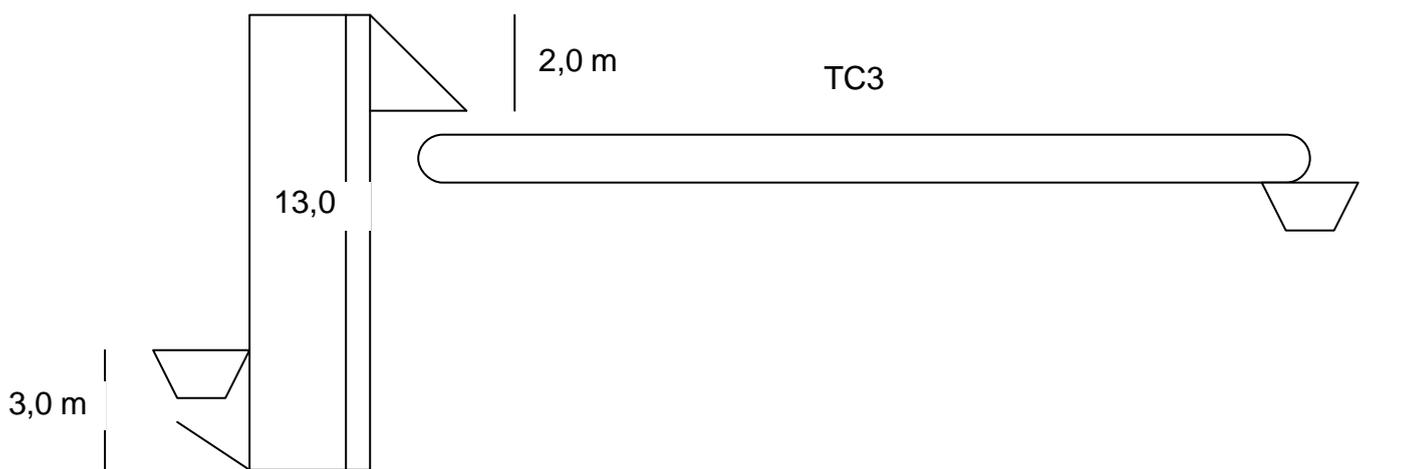
$$Ne = v \cdot (Nv + Ng) + \frac{Q}{100} \cdot (N1 \pm Nh)$$

$$Ne = 1,6 \cdot (0,73 + 0,77) + \frac{40}{100} (0,97) = 2,78 \text{HP}$$

**Potência Total:**

$$N = 5,14 \text{ HP} + 2,78 \text{ HP} = 7,92 \text{ HP}$$

- Cálculo do EC que recebe material das pilhas e leva para o misturador:



**Material:** Areia

**Transportador escolhido (Tab. 4.04)**  $\Rightarrow$  SB – Centrífugo de correia

**Velocidade da caneca (Tab. 4.01)**  $\Rightarrow v = 1,52 \text{ m/s}$

**Vazão de carregamento:**

$$Q / \gamma = 120 / 1,8 = 66,6 \text{ ton/h} \Rightarrow \text{Série E-6000}$$

**Distância entre centros dos tambores (L):**

$$H = 13 \text{ m}$$

$$M = 700 \text{ mm}$$

$$Q = 500 \text{ mm}$$

$$L = H + M + Q + 0,275 = 13 + 0,7 + 0,5 + 0,275 = 14,475m$$

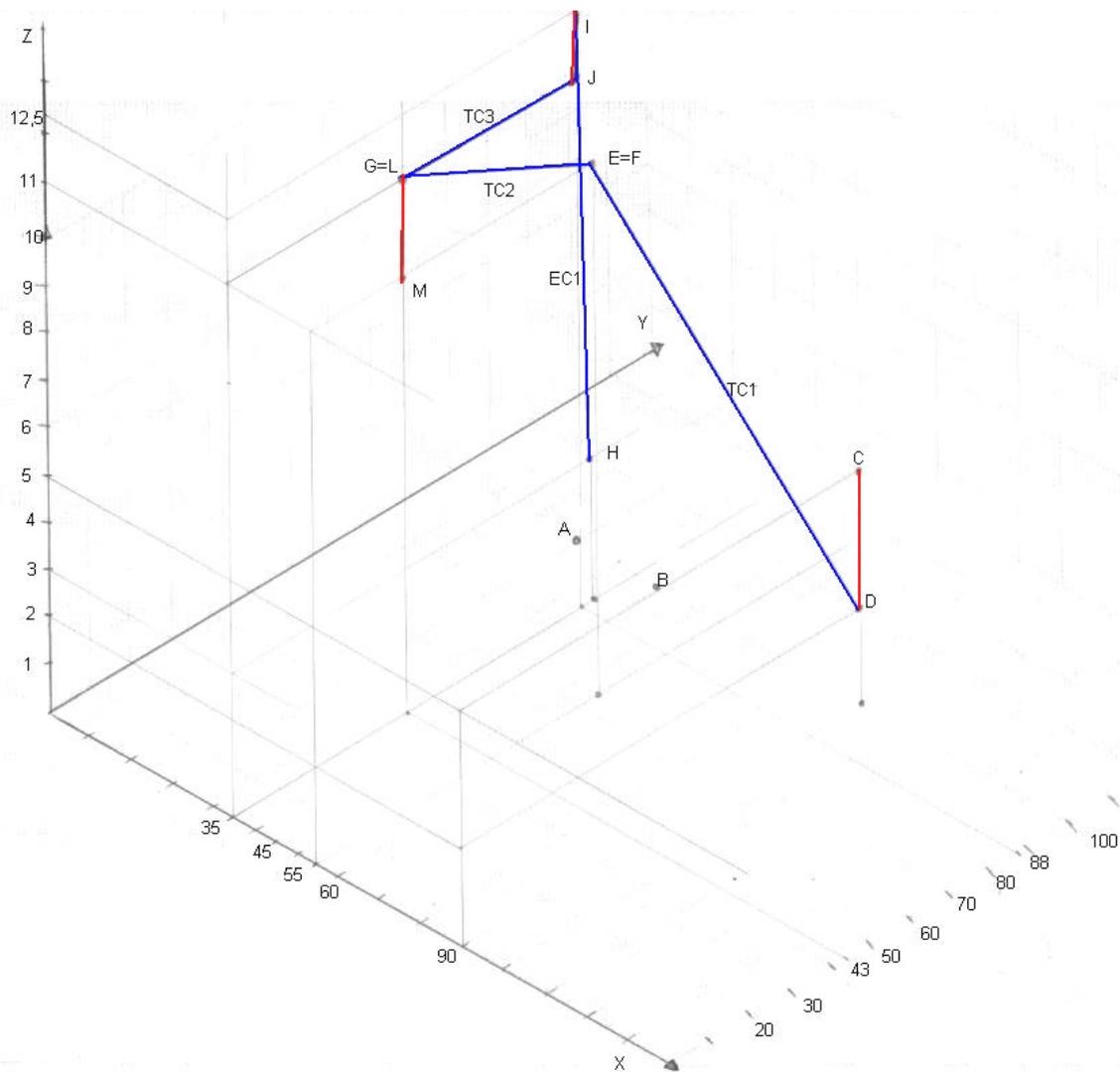
**Características dos componentes:**

Caixa (AxB) mm	Nº Bitola	Largura da correia	Passo da caneca (mm)	Diâmetro dos tambores (mm)		Velocidade (m/s)	RPM	Capacidade da caneca (dm³)	
				D1	D2			XX	YY
580x1220	10	18"	460	D1	D2	1,3	41	XX	YY
				600	450			6,0	9,6

**Cálculo da potência do motor:**

$$N = \frac{v \cdot P \cdot (H + 12 \cdot D2)}{75 \cdot h} = \frac{1,3 \cdot \left( \frac{1000 \cdot 1,8 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{0,46} \right) \cdot (14,475 + 12 \cdot 0,45)}{75 \cdot 0,9} = 8,98HP$$

Diagrama Unifilar



Onde os Pontos (X,Y,Z):

- A → Pilha A (+20;+100;0)
- B → Pilha B (+50;+100;0)
- C → Saída do Silo C (+90;+100;+5)
- D → Entrada do TC1 (+90;+100;+5)
- E=F → Fim do TC1(+55;+70;+11)
- G=L → Descarga do TC2 (+35;+43;+11)
- H → Entrada do EC1(+35;+90;+3)
- I → Saída do EC1 (+35;+88;+12,5)
- J → Entrada do TC 3 (+35;+88;+11)
- M → Entrada do misturador (+35;+43;+9)