



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO

# Topografia Aplicada

Ana Paula Falcão/ João Matos

Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura

(Versão 1.0) – 17 de Maio de 2007

# Motivação

Este documento é unicamente ilustrativo de aspectos práticos de Topografia aplicada à Engenharia Civil.

As intervenções e equipamentos aqui referidos incidem na fase de implantação do projecto e execução da obra. A componente de preparação da cartografia antecedendo a elaboração do projecto e a monitorização de deslocamentos após a construção são abordadas noutras partes do programa.

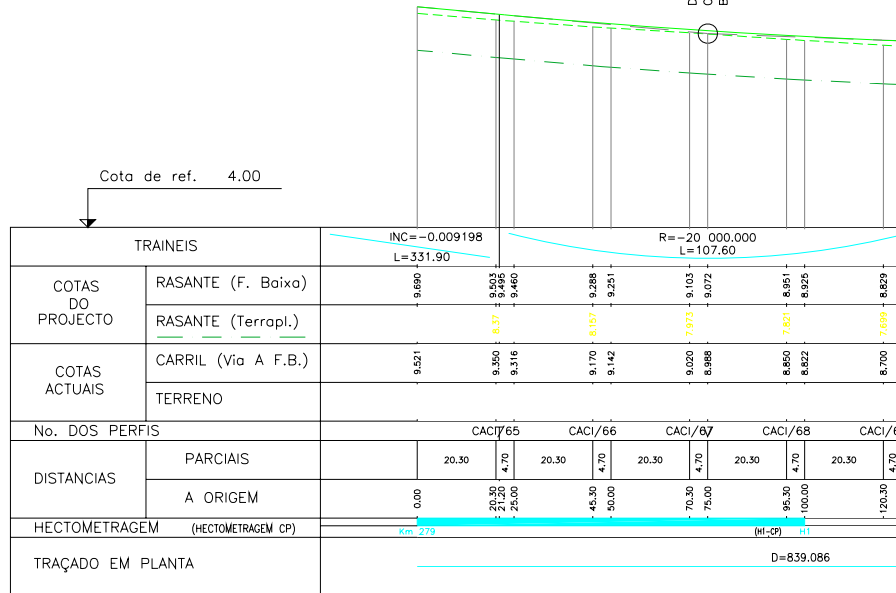
# Implantação

A implantação consiste na materialização sobre o terreno das posições de pontos notáveis do projecto. Envolve, além da materialização propriamente dita, a construção de sistemas de apoio topográfico.

# EXEMPLO: SEQUÊNCIA DAS PRÁTICAS TOPOGRÁFICAS NAS CONSTRUÇÃO DE VIAS DE COMUNICAÇÃO

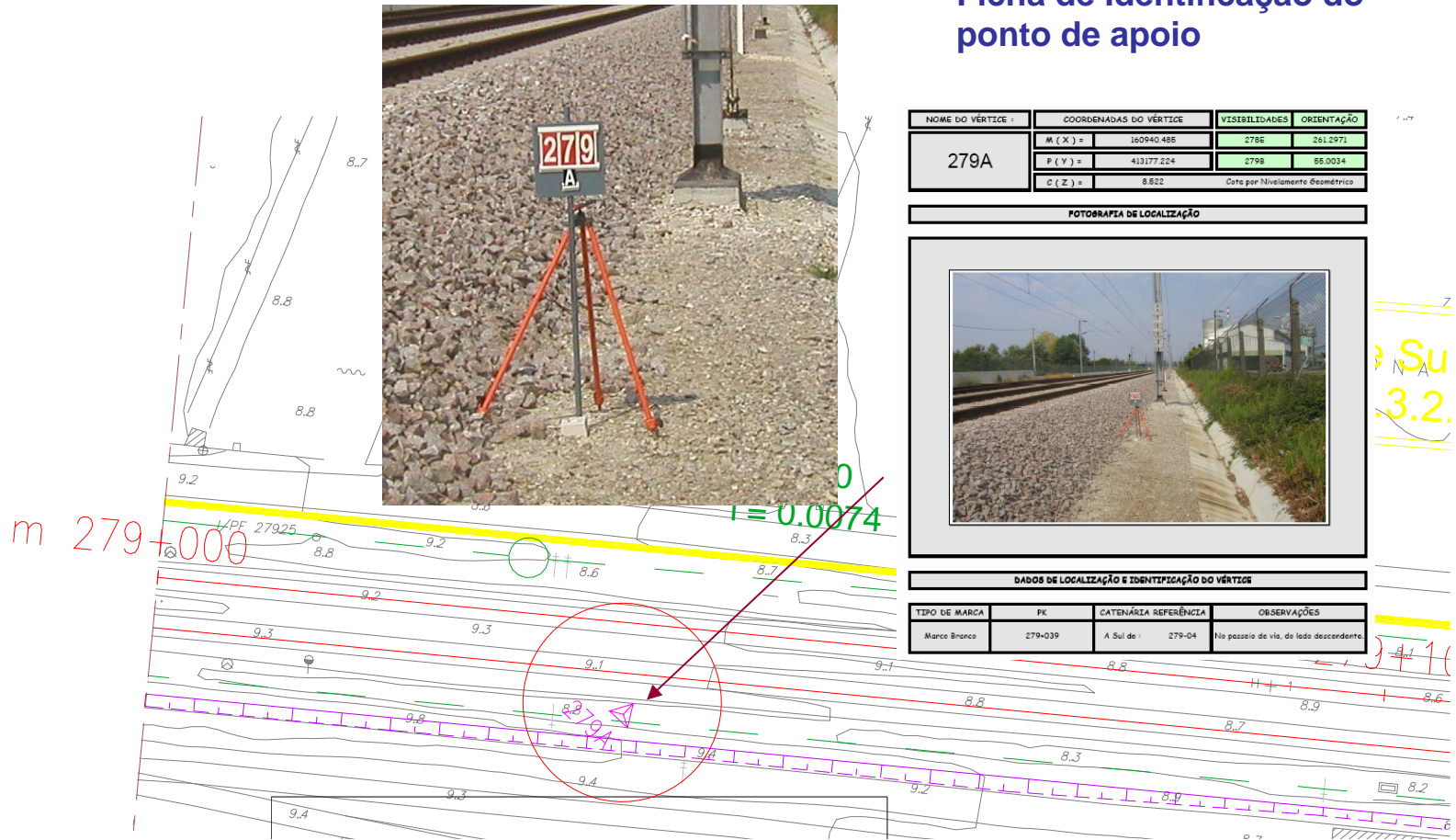
1. Criação do sistema de apoio para a execução da obra (poligonal ou outro tipo de pontos de apoio);
2. Implantação do eixo e levantamento de perfis do relevo original para verificação das quantidades previstas no projecto.
3. Marcação definitiva dos limites para expropriação ou limite da intervenção;
4. Implantação de estacas para aterro ou escavação (taludes, banquetas, plena via, etc);
5. Medição e cálculo (normalmente mensal) de volumes extraídos ou aterrados para facturação;
6. Quando se chega ao fundo de caixa, começa a marcação das camadas que constituem a via de comunicação (implantação da base);
7. Materialização de pontos, nivelamento geométrico, para colocação dos betuminosos (asfaltos);
8. Marcação da sinalização;
9. Telas finais: desenhos finais da obra, com todas as alterações (plantas e perfis). Este trabalho pode implicar que sejam feitos alguns levantamentos no final da obra.

# Representação da planta e perfil do projecto de linha ferroviária (cerca de 1 km)



# PROJECTO: MATERIALIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE APOIO

## Ficha de Identificação do ponto de apoio



Exemplo de um ponto de apoio: pilarete em cimento

# MATERIALIZAÇÃO DAS LINHAS DO PROJECTO

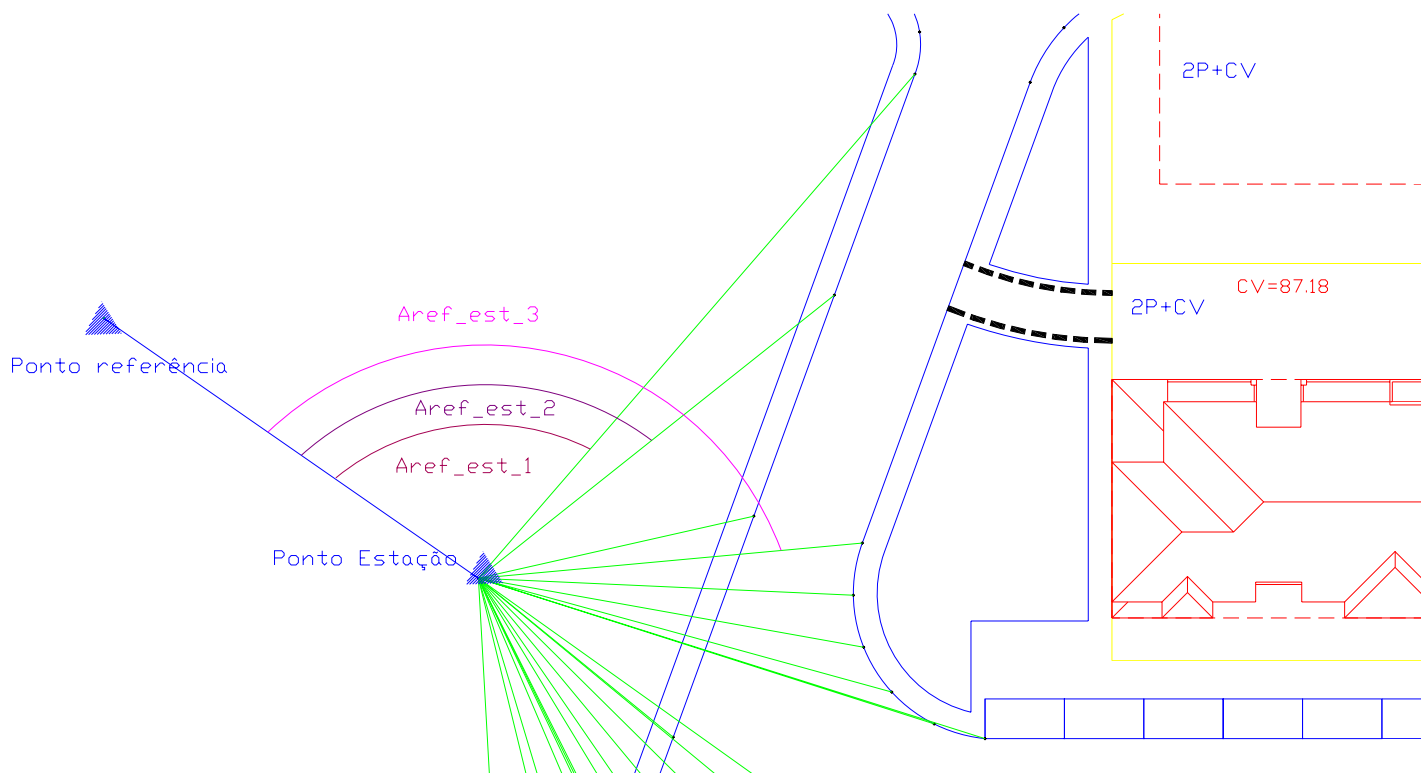
**DADOS:**

coordenadas  
cartográficas



**CALCULADOS:**

ângulos azimutais orientados e  
distâncias



# EXEMPLO: IMPLANTAÇÃO DE VIAS DE COMUNICAÇÃO

## ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DO TRAÇADO EM PLANTA:

### ALINHAMENTOS RECTOS

comprimento

azimute cartográfico

### CURVAS CIRCULARES (LIGAM ALINHAMENTOS RECTOS)

raio de curvatura

ângulo de deflexão

comprimento do arco

### CURVAS DE TRANSIÇÃO OU CURVAS DE CONCORDÂNCIA (LIGAM ALINHAMENTOS RECTOS A CURVAS CIRCULARES)

Ex: CLOTÓIDE, CURVA REVERSA, LACETE



# CURVAS CIRCULARES

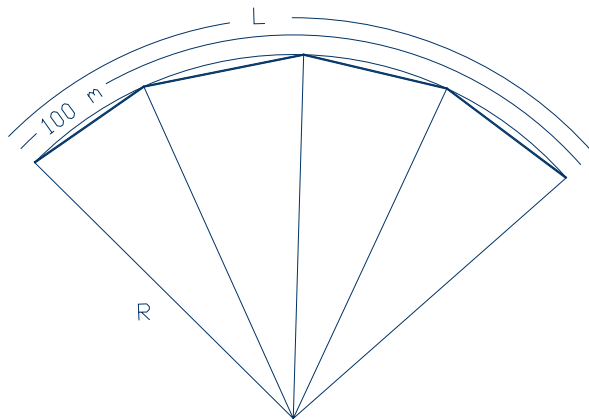
raio de curvatura (R)

ângulo de deflexão (I)

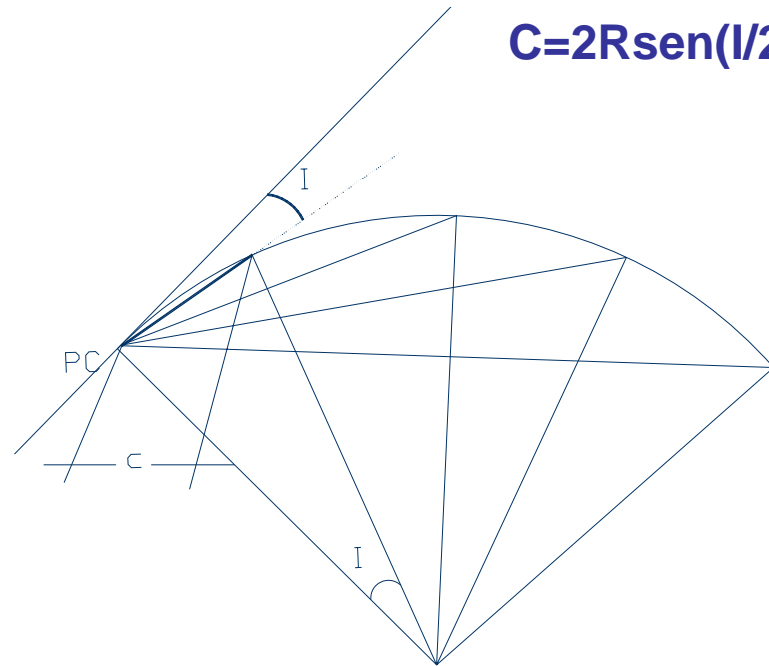
comprimento do arco (L)

$$I = L/R$$

$$C = 2R \text{sen}(I/2)$$

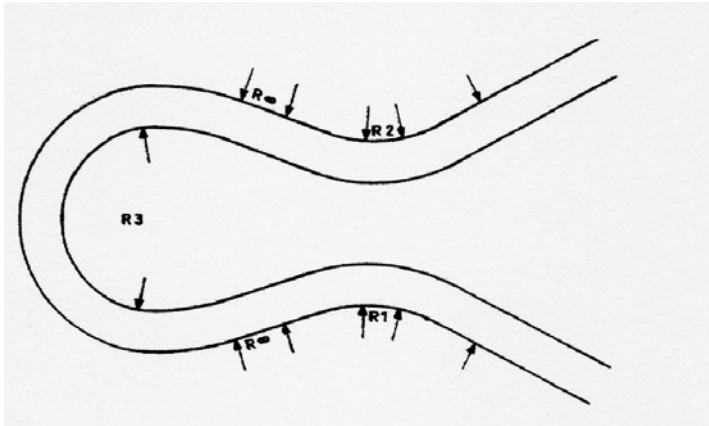


Geometria da curva circular

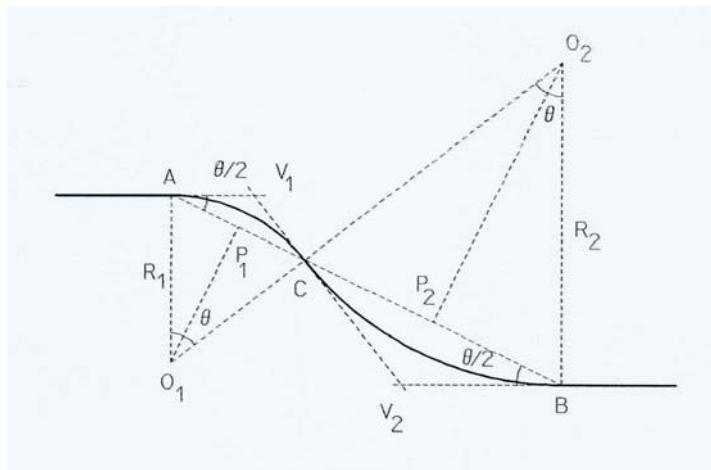


Implantação da curva circular

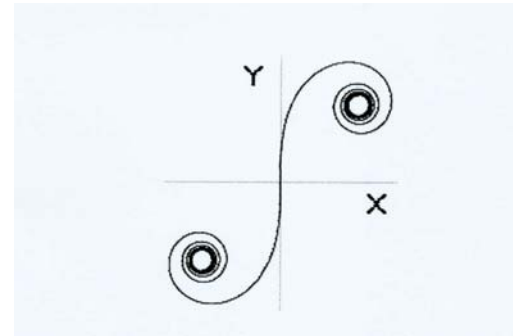
# CURVAS DE TRANSIÇÃO



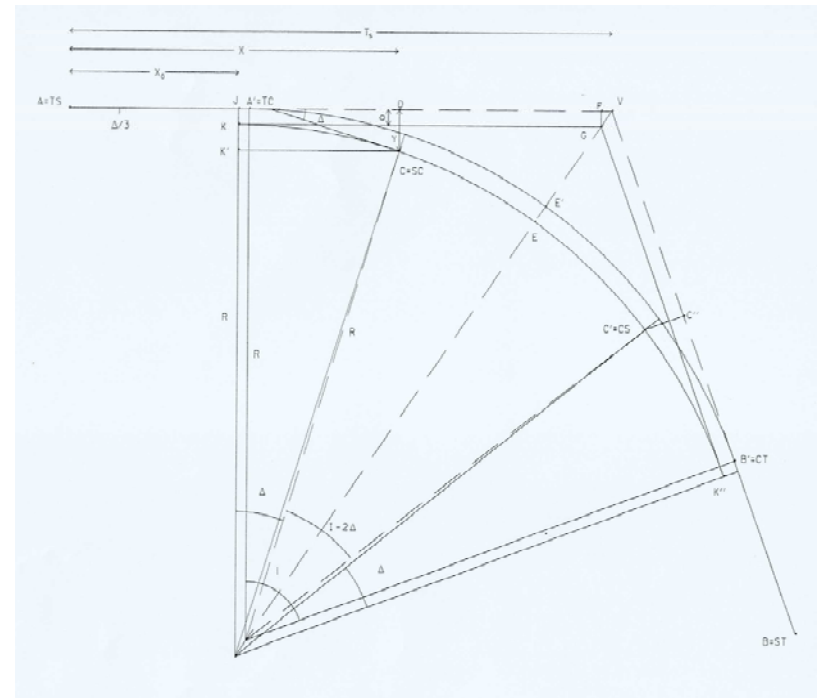
Lacete



Curva reversa



Clotóide



Geometria da clotóide

# Equipamento

Além do equipamento genérico de posicionamento terrestre são utilizados sistemas de posicionamento adaptados ao apoio à construção.

# EQUIPAMENTO TOPOGRÁFICO ALTERNATIVO PARA CONSTRUÇÃO

Níveis laser

Sistemas integrados com laser e ultra-sons

Sistemas integrados com estação total (3D-LPS)

Sistemas integrados com GPS (3D-GPS)

## FUNCIONAMENTO DO LASER



Planos horizontais / Planos  
Verticais  
Pendientes  
Receptores laser para máquinas

# RECEPTORES LASER PARA MÁQUINAS



O raio chega mais  
baixo...  
A lâmina deverá baixar  
para nivelar



O raio chega ao cen-  
tro...  
Não necessita corri-  
gir para nivelar



O raio chega mais  
alto...  
A lâmina deverá  
subir para nivelar



# RECEPTORES LASER PARA MÁQUINAS

## Receptor LS-B2



Para Retro escavadoras

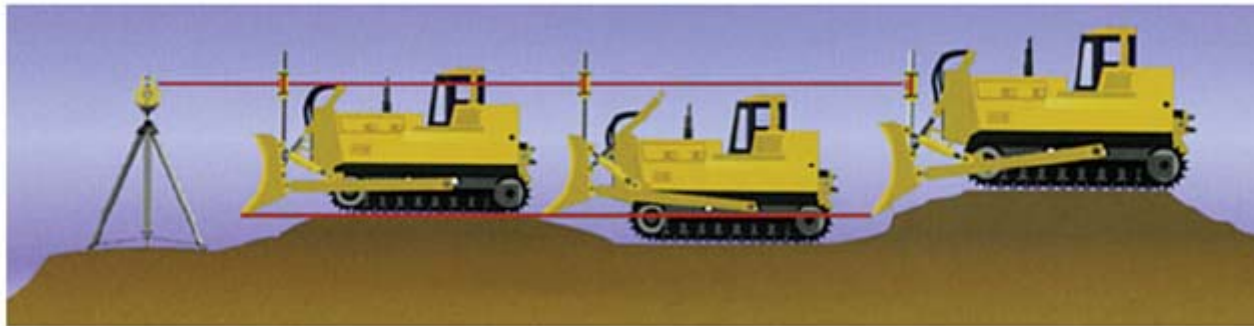
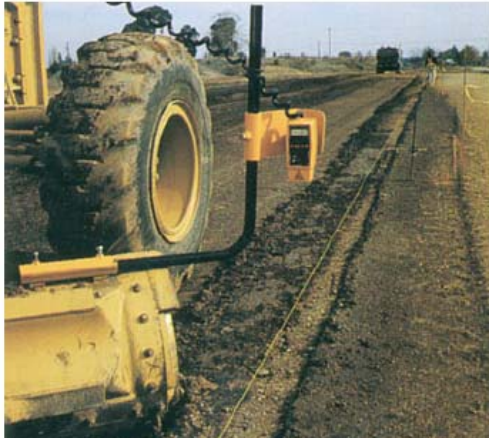


Para Compactadoras



Para Bulldozer com controlo automático (ou visual)

# SISTEMAS AUTOMATIZADOS COM LASER E ULTRA-SONS



## APLICAÇÕES:

Construção de estradas, pistas de aeroportos, campos de futebol, taludes,...



## SISTEMAS INTEGRADOS COM ESTAÇÃO TOTAL 3D-LPS (LOCAL POSITIONING SYSTEM)



### **FUNCIONAMENTO:**

Instala-se em cada máquina um prisma reflector, que vai sendo sucessivamente observado por uma estação total robotizada;

Calculam-se as coordenadas topográficas do prisma reflector e compara-se com as coordenadas de projecto;

A estação total emite um raio laser exactamente à cota de projecto, recebido por um receptor colocado na máquina que sobe ou desce até encontrar o raio enviado pela estação total.

# SISTEMAS INTEGRADOS COM ESTAÇÃO TOTAL

## 3D-GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)



### **FUNCIONAMENTO:**

Instala-se um receptor GPS num ponto de coordenadas conhecidas a processar os dados em tempo real e a enviar as correcções;

Coloca-se um receptor na máquina que recebe as correcções diferenciais e calcula as posições corrigidas dos pontos

Comparam-se as coordenadas obtidas com as coordenadas projecto e procede-se às respectivas alterações;



## 3D-GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)



Antena MC-A1  
Ref. 99320000

Antena MC-A2 dual para controlar  
a inclinação da lâmina  
Ref. 99310000

### VANTAGENS DO 3D-GPS RELATIVO AO 3D-LPS

1. Não necessita visibilidade entre bases;
2. Uma estação pode controlar várias máquinas;
3. Não necessita de operador.

## Questões de consolidação e revisão de conhecimentos

Porque razão o sistema de apoio utilizado no levantamento topográfico inicial deve permanecer até à fase de implantação da obra ? O que poderá acontecer se os sistemas de apoio forem distintos ?

No caso de o projecto ser baseado em cartografia Hayford Gauss Datum 73, que procedimentos têm que ser realizados para uma implantação com GPS ?

## Sugestões de Pesquisa

<http://www.trimble.com>

<http://www.leica-geosystems.com>

<http://www.topconpositioning.com/>