

UTILIZACAO DE MICROCOMPUTADORES NA ANALISE AMBIENTAL  
DE REATORES NUCLEARES DE PESQUISA

por

Leslie de Molnary

Divisão de Engenharia de Segurança  
Departamento de Tecnologia de Reatores  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
Comissão Nacional de Energia Nuclear - São Paulo

RESUMO

Este trabalho apresenta o sistema automático de monitoração meteorológica desenvolvido pelo Departamento de Tecnologia de Reatores para integrar o programa de análise ambiental de reatores de pesquisa. A característica básica do sistema é a utilização de recursos de microinformática para controlar todas as operações de aquisição e tratamento dos dados meteorológicos coletados em uma torre instrumentada em diversos níveis.

ABSTRACT

This paper describes an automatic meteorological monitoring system developed by Department of Reactor Technology of IPEN/CNEN-SP. The system integrates an environmental analysis program of research reactors. The basic characteristic of this system is the utilization of personal computers to control all meteorological data acquisition in a several levels instrumented tower.

1. INTRODUCAO

Atualmente diversos sistemas computacionais vêm sendo desenvolvidos para analisar e diagnosticar o meio-ambiente em torno das instalações nucleares, e que no seu conjunto variam de simples algoritmos (Poeton et alii 1983), a sofisticados sistemas que envolvem desde a avaliação do termo-fonte, cálculo de doses e avaliação dos impactos ambientais (Ritchie et alii 1983).

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) conjuntamente com a Coordenadoria para Projetos Especiais (COPESP) vem desenvolvendo sistemas aplicativos baseados na utilização de recursos de microinformática para controlar todas as etapas de aquisição e tratamento de dados relacionados com a análise e controle ambiental de sítios nucleares.

Dentro dessa filosofia de utilização da microinformática, foi projetado e desenvolvido um sistema de monitoração meteorológica controlado por microcomputador capaz de atender o fluxo de informações meteorológicas necessárias aos grupos de proteção radiológica e operadores das instalações. Conjuntamente ao fornecimento desse fluxo de informações, o sistema é projetado para atender as determinações existentes nos guias regulatórios no que se refere a operação e manutenção de todo o sistema composto por instrumentação e sensores eletrônicos, unidade de aquisição de dados, unidade de processamento de dados e periféricos.

## 2. HISTORICO DO SISTEMA

O presente sistema automático de monitoração meteorológica é o resultado de um trabalho conjunto entre as Divisões de Engenharia de Segurança e a de Instrumentação do Departamento de Tecnologia de Reatores do IPEN/CNEN-SP. A primeira foi responsável pela concepção e coordenação do projeto, enquanto que a segunda desenvolveu a unidade de aquisição de dados e o software de comunicação e de transferência de dados.

O projeto além de sua aplicação específica, visou também, motivar a indústria nacional a participar com sua tecnologia no desenvolvimento e fornecimento de sensores meteorológicos que pudessem atender às características técnicas exigidas para utilização em instalações nucleares.

A participação do autor nesse sistema foi a de desenvolver e implantar o programa de computador em linguagem de alto nível que pudesse gerenciar as operações executadas pelo sistema de monitoração meteorológica, de modo a atender aos requisitos exigidos pela norma referente a sistemas de meteorologia (R.G 1.23, 1980).

## 3. DESCRIÇÃO CONCEITUAL DO SISTEMA

Conforme determinam as normas da área nuclear, é necessário a implantação de diversos programas e procedimentos para medir e documentar adequadamente os dados meteorológicos dos sítios que operam instalações nucleares, de modo a determinar os parâmetros de difusão que deverão ser utilizados em um modelo de dispersão atmosférica apropriado para cada um dos sítios. Assim sendo, esse programa de medidas meteorológicas foi concebido de maneira a fornecer basicamente as informações meteorológicas a partir da execução das seguintes funções:

- (a) Aquisição dos dados enviados pelos sensores instalados na torre meteorológica e ao nível da superfície;
- (b) Processamento dos dados coletados para obtenção dos parâmetros meteorológicos máximos, mínimos e médios;
- (c) Envio dos resultados do processamento para registro digital (arquivos em disco) e analógico (relatórios);
- (d) Registro gráfico dos sinais amostrados para atuar como documentação redundante ao sistema principal.

As informações meteorológicas coletadas por este sistema englobam as medidas de velocidade e direção do vento, temperatura e diferencial de temperatura, e umidade relativa em diversos níveis de uma torre instrumentada e a precipitação pluviométrica ao nível da superfície, sendo que todos os sensores foram especificados e desenvolvidos para atender as recomendações existentes nas normas referentes à utilização de instrumentação meteorológica em sítios nucleares (R.G. 1.23, 1980).

## 4. DESCRIÇÃO FUNCIONAL DO SISTEMA

O sistema de monitoração meteorológica comprehende o acompanhamento das condições meteorológicas do local a partir de um sistema automático de aquisição de dados que engloba os sinais provenientes de 10 sensores instalados na torre meteorológica e de 1 sensor instalado ao nível do solo. A Fig.1 mostra a esquematização do sistema de monitoração meteorológica desenvolvido para dar suporte ao programa de monitoração de sítios nucleares.

A aquisição dos dados meteorológicos através dos sensores é realizada a cada intervalo de 3 segundos de modo a caracterizar a flutuação temporal dos parâmetros amostrados, enquanto que, a unidade de aquisição de dados é responsável pelo armazenamento desses dados em sua memória interna durante o período de 15 minutos, quando então, de acordo com os comandos enviados à unidade de aquisição de dados, os dados armazenados durante esse período são transferidos automaticamente para a memória do microcomputador para processamento e depuração iniciais.

O tratamento computacional dos dados armazenados durante a aquisição periódica de 15 minutos é feita por um microcomputador compatível com o IBM PC-XT, e que possui como periféricos básicos uma unidade de disco rígido, uma unidade de disco flexível, monitor e impressora. A comunicação entre o microcomputador e a unidade de aquisição de dados e as subrotinas para cálculo dos valores máximos, mínimos e médios, calibração automática da unidade de aquisição de dados, classificação da direção do vento, classificação da estabilidade atmosférica, apresentação das telas de resultados no monitor, criação dos arquivos de dados em disco e emissão de relatórios estão inseridas no programa de computador denominado SADMET que foi escrito em linguagem BASIC estruturado.

Após o tratamento computacional dos dados coletados durante o período de 15 minutos, os arquivos de dados nos discos rígido e flexível são atualizados e as informações colocadas à disposição dos usuários. A formatação dos arquivos é executada de maneira a possibilitar a transferência para computadores de grande porte de maneira a construir a base de dados meteorológicos do local e para a determinação dos parâmetros de difusão atmosférica utilizados nos modelos de transporte atmosférico.

A Fig.2 ilustra a formatação dos arquivos gravados pelo microcomputador nos discos rígido e flexível a cada intervalo de 15 minutos, e a Fig.3 ilustra como são impressos e documentados as informações meteorológicas a cada intervalo de 1 hora.

## 5. BIBLIOGRAFIA

Poeton, R.W.; Moeller, M.P.; Laughlin, G.L. Interative Rapid Dose Assessment Model-IRDAM. Pacific Northwest Laboratory, PNL, Mai. 1983. (PNL-4510).

Ritchie, L.T.; Johnson, J.D.; Blond, R.M. Calculations of Reactor Accident Consequences. Version 2 = CRAC2. Sandia National Laboratories, SAND, Fev. 1983. (SAND81-1994).

U. S. Nuclear Regulatory Commission. Proposed Revision 1 to Regulatory Guide 1.23 = Meteorological Programs in Support of Nuclear Power Plants. Washington, Set.1980. (R.G. 1.23)

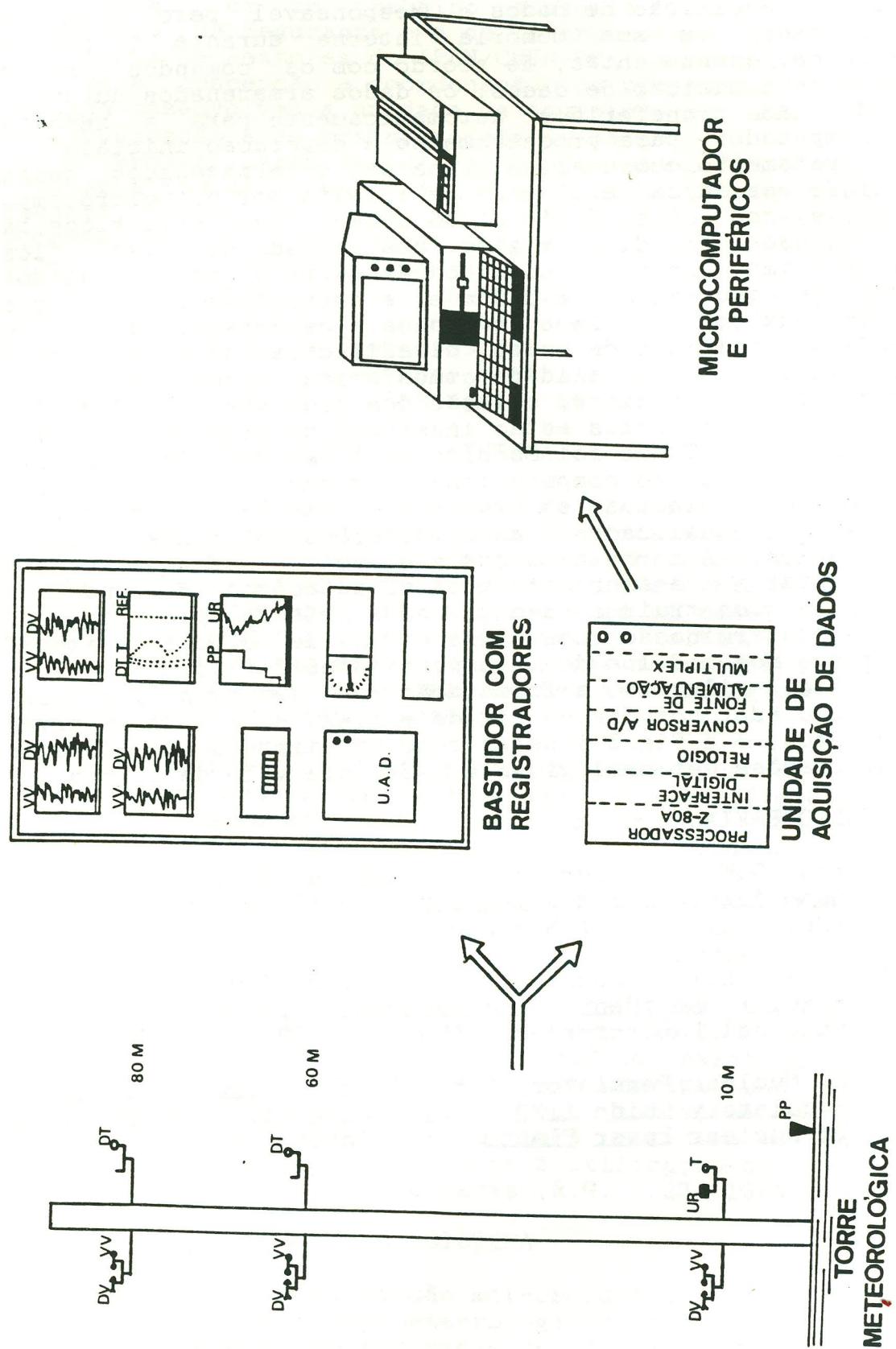


Figura 1. Esquema Simplificado do Sistema de Monitoração Meteorológica Desenvolvido pelo IPEN/COESP.

LABORATORIO RADIOLOGICO - SALA DI RISONANZA

FORMATO

-----	IDENTIFICADOR DO SITIO
-----	DIA/MES/ANO
-----	HORA/MINUTO (PERIODO DE 24 HORAS)
-----	MEDIDA SUPERIOR: NIVEL 80 M
-----	DIRECAO DO VENTO (GRAUS)
-----	SIGMA-TETA (GRAUS)
-----	VELOCIDADE DO VENTO (M/S)
-----	MAXIMA VELOCIDADE DO VENTO (M/S)
-----	DIFERENCIAL DE TEMPERATURA (C)
-----	MAXIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
-----	MINIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
-----	MEDIDA INTERMEDIARIA: NIVEL 60 M
-----	DIRECAO DO VENTO (GRAUS)
-----	SIGMA-TETA (GRAUS)
-----	VELOCIDADE DO VENTO (M/S)
-----	MAXIMA VELOCIDADE DO VENTO (M/S)
-----	DIFERENCIAL DE TEMPERATURA (C)
-----	MAXIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
-----	MINIMO DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
-----	MEDIDA INFERIOR: NIVEL 10 M
-----	DIRECAO DO VENTO (GRAUS)
-----	SIGMA-TETA (GRAUS)
-----	VELOCIDADE DO VENTO (M/S)
-----	MAXIMA VELOCIDADE DO VENTO (M/S)
-----	TEMPERATURA AMBIENTE (C)
-----	MAXIMA TEMPERATURA AMBIENTE (C)
-----	MINIMA TEMPERATURA AMBIENTE (C)
-----	UMIDADE RELATIVA (%)
-----	MEDIDA NA SUPERFICIE: NIVEL 0 M
-----	PRECIPITACAO PLUVIOMETRICA (MM)
-----	PRESSAO ATMOSFERICA (MB)
-----	RADIACAO SOLAR (CAL/CM2)

**Figura 2.** Formatação do Arquivo de Dados Meteorológicos Armazenado em Disco Rígido e Disco Flexível. Atualizado a cada Intervalo de 15 minutos.

### Observations:

1) Esse campo de dado para gravação não é utilizado devido a não incorporação do sensor ao sistema de monitoração meteorológica.

**Figura 3.** Formatação dos Dados no Relatório Impresso pelo Sistema a cada Intervalo de 1 Hora.

HORA	GRADIENTE VERTICAL TURBULENÇA E VELOCIDADE VENTO 10 m	DT 60/02 (C/100m)	DT 60/02 (C/100m)	VUL. VENTO (m/s)	CATEGORIA PASQUILL 60-10 a 60-10 a	DISTÓS-PADÃO DA DÍTICA DO VENTO			
						SIGMA-TTT	10 m	60 m	80 m
01:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
02:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
03:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
04:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
05:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
06:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
07:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
08:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
09:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
10:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
11:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
12:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
13:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
14:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
15:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
16:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
17:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
18:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
19:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
20:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
21:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
22:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
23:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-
24:00	+90.00	+90.00	+90.00	00.0	-	-	-	-	-

CLASIFICACIÓN DE ESTABILIDAD AUTOMÓVIL

MAXIMOS DE 15 MINUTOS

DIR/MA	DIREÇÃO DO VENTO (graus)	VELOCIDADE VENTO (m/s)	TIERR. (C)	DIF. T. SUPERFICIA (C)	D.F. (%)	PRECIP. (mm/150hrs)	PREC.	RADIACAO SOLAR (cal/cm2/15min)
	10 m	60 m	60 m	60 m	60-10 m	10 m	Supert.	Surf.
000	000	000	00.0	00.0	00.0	00.0	000.0	000.0
010	010	010	01.0	01.0	01.0	01.0	000.0	000.0
020	020	020	02.0	02.0	02.0	02.0	000.0	000.0
030	030	030	03.0	03.0	03.0	03.0	000.0	000.0
040	040	040	04.0	04.0	04.0	04.0	000.0	000.0
050	050	050	05.0	05.0	05.0	05.0	000.0	000.0
060	060	060	06.0	06.0	06.0	06.0	000.0	000.0
070	070	070	07.0	07.0	07.0	07.0	000.0	000.0
080	080	080	08.0	08.0	08.0	08.0	000.0	000.0
090	090	090	09.0	09.0	09.0	09.0	000.0	000.0
100	100	100	10.0	10.0	10.0	10.0	000.0	000.0
110	110	110	11.0	11.0	11.0	11.0	000.0	000.0
120	120	120	12.0	12.0	12.0	12.0	000.0	000.0
130	130	130	13.0	13.0	13.0	13.0	000.0	000.0
140	140	140	14.0	14.0	14.0	14.0	000.0	000.0
150	150	150	15.0	15.0	15.0	15.0	000.0	000.0
160	160	160	16.0	16.0	16.0	16.0	000.0	000.0
170	170	170	17.0	17.0	17.0	17.0	000.0	000.0
180	180	180	18.0	18.0	18.0	18.0	000.0	000.0
190	190	190	19.0	19.0	19.0	19.0	000.0	000.0
200	200	200	20.0	20.0	20.0	20.0	000.0	000.0
210	210	210	21.0	21.0	21.0	21.0	000.0	000.0
220	220	220	22.0	22.0	22.0	22.0	000.0	000.0
230	230	230	23.0	23.0	23.0	23.0	000.0	000.0
240	240	240	24.0	24.0	24.0	24.0	000.0	000.0
250	250	250	25.0	25.0	25.0	25.0	000.0	000.0
260	260	260	26.0	26.0	26.0	26.0	000.0	000.0
270	270	270	27.0	27.0	27.0	27.0	000.0	000.0
280	280	280	28.0	28.0	28.0	28.0	000.0	000.0
290	290	290	29.0	29.0	29.0	29.0	000.0	000.0
300	300	300	30.0	30.0	30.0	30.0	000.0	000.0
310	310	310	31.0	31.0	31.0	31.0	000.0	000.0
320	320	320	32.0	32.0	32.0	32.0	000.0	000.0
330	330	330	33.0	33.0	33.0	33.0	000.0	000.0
340	340	340	34.0	34.0	34.0	34.0	000.0	000.0
350	350	350	35.0	35.0	35.0	35.0	000.0	000.0
360	360	360	36.0	36.0	36.0	36.0	000.0	000.0
370	370	370	37.0	37.0	37.0	37.0	000.0	000.0
380	380	380	38.0	38.0	38.0	38.0	000.0	000.0
390	390	390	39.0	39.0	39.0	39.0	000.0	000.0
400	400	400	40.0	40.0	40.0	40.0	000.0	000.0
410	410	410	41.0	41.0	41.0	41.0	000.0	000.0
420	420	420	42.0	42.0	42.0	42.0	000.0	000.0
430	430	430	43.0	43.0	43.0	43.0	000.0	000.0
440	440	440	44.0	44.0	44.0	44.0	000.0	000.0
450	450	450	45.0	45.0	45.0	45.0	000.0	000.0
460	460	460	46.0	46.0	46.0	46.0	000.0	000.0
470	470	470	47.0	47.0	47.0	47.0	000.0	000.0
480	480	480	48.0	48.0	48.0	48.0	000.0	000.0
490	490	490	49.0	49.0	49.0	49.0	000.0	000.0
500	500	500	50.0	50.0	50.0	50.0	000.0	000.0
510	510	510	51.0	51.0	51.0	51.0	000.0	000.0
520	520	520	52.0	52.0	52.0	52.0	000.0	000.0
530	530	530	53.0	53.0	53.0	53.0	000.0	000.0
540	540	540	54.0	54.0	54.0	54.0	000.0	000.0
550	550	550	55.0	55.0	55.0	55.0	000.0	000.0
560	560	560	56.0	56.0	56.0	56.0	000.0	000.0
570	570	570	57.0	57.0	57.0	57.0	000.0	000.0
580	580	580	58.0	58.0	58.0	58.0	000.0	000.0
590	590	590	59.0	59.0	59.0	59.0	000.0	000.0
600	600	600	60.0	60.0	60.0	60.0	000.0	000.0
610	610	610	61.0	61.0	61.0	61.0	000.0	000.0
620	620	620	62.0	62.0	62.0	62.0	000.0	000.0
630	630	630	63.0	63.0	63.0	63.0	000.0	000.0
640	640	640	64.0	64.0	64.0	64.0	000.0	000.0
650	650	650	65.0	65.0	65.0	65.0	000.0	000.0
660	660	660	66.0	66.0	66.0	66.0	000.0	000.0
670	670	670	67.0	67.0	67.0	67.0	000.0	000.0
680	680	680	68.0	68.0	68.0	68.0	000.0	000.0
690	690	690	69.0	69.0	69.0	69.0	000.0	000.0
700	700	700	70.0	70.0	70.0	70.0	000.0	000.0
710	710	710	71.0	71.0	71.0	71.0	000.0	000.0
720	720	720	72.0	72.0	72.0	72.0	000.0	000.0
730	730	730	73.0	73.0	73.0	73.0	000.0	000.0
740	740	740	74.0	74.0	74.0	74.0	000.0	000.0
750	750	750	75.0	75.0	75.0	75.0	000.0	000.0
760	760	760	76.0	76.0	76.0	76.0	000.0	000.0
770	770	770	77.0	77.0	77.0	77.0	000.0	000.0
780	780	780	78.0	78.0	78.0	78.0	000.0	000.0
790	790	790	79.0	79.0	79.0	79.0	000.0	000.0
800	800	800	80.0	80.0	80.0	80.0	000.0	000.0
810	810	810	81.0	81.0	81.0	81.0	000.0	000.0
820	820	820	82.0	82.0	82.0	82.0	000.0	000.0
830	830	830	83.0	83.0	83.0	83.0	000.0	000.0
840	840	840	84.0	84.0	84.0	84.0	000.0	000.0
850	850	850	85.0	85.0	85.0	85.0	000.0	000.0
860	860	860	86.0	86.0	86.0	86.0	000.0	000.0
870	870	870	87.0	87.0	87.0	87.0	000.0	000.0
880	880	880	88.0	88.0	88.0	88.0	000.0	000.0
890	890	890	89.0	89.0	89.0	89.0	000.0	000.0
900	900	900	90.0	90.0	90.0	90.0	000.0	000.0
910	910	910	91.0	91.0	91.0	91.0	000.0	000.0
920	920	920	92.0	92.0	92.0	92.0	000.0	000.0
930	930	930	93.0	93.0	93.0	93.0	000.0	000.0
940	940	940	94.0	94.0	94.0	94.0	000.0	000.0
950	950	950	95.0	95.0	95.0	95.0	000.0	000.0
960	960	960	96.0	96.0	96.0	96.0	000.0	000.0
970	970	970	97.0	97.0	97.0	97.0	000.0	000.0
980	980	980	98.0	98.0	98.0	98.0	000.0	000.0
990	990	990	99.0	99.0	99.0	99.0	000.0	000.0
1000	1000	1000	100.0	100.0	100.0	100.0	000.0	000.0

PUNTOS MITOOLÓGICOS - PUNTOS DE LOS MUNDOS

Latitude:      Longitude:      Altitude:      Date: DD/MM/YY

IDENTIFICADOR DO SITIO