

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**ESTUDIO Y MEJORAMIENTO DE LA RED MAREOGRÁFICA  
PERUANA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**ALEX PAUL MAYORCA BALDOCEDA**

**PROMOCIÓN**

**2001 - II**

**LIMA – PERÚ**

**2010**

ESTUDIO Y MEJORAMIENTO DE LA RED MAREOGRÁFICA  
PERUANA

A mis padres Gregorio Mayorca ,  
Olivia Baldoce da y mi esposa Elida  
por todo el cariño y apoyo moral  
que me brindan.

## **SUMARIO**

El presente informe describe el funcionamiento del sistema actual usado en el Perú para realizar las mediciones de las mareas en forma mecánica de nuestro mar peruano durante todos los años , en el cual se explica como funcionan las estaciones mareográficas mecánicas y las estaciones océano meteorológicas automáticas sus aspectos fundamentales y diferencian entre ellos , la importancia que tiene a nivel nacional su deficiencia tecnológica de las estaciones mareográficas mecánicas actuales que conllevarán a un cambio tecnológico, se explicará las componentes mas utilizadas en el mercado actual estableciendo una adecuada alternativa para la elección del mareógrafo describiendo su funcionamiento e instalación el modo en que se realizará la transmisión de los datos obtenidos y su procesamiento de estos

## ÍNDICE

### PRÓLOGO

### CAPÍTULO I

#### ESTACIONES MAREOGRÁFICAS ACTUALES

1.1 Estaciones Mecánicas y Automáticas	2
1.1.1 Estaciones Mecánicas Standard	3
1.1.2 Estaciones Automáticas	4

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes	5
2.1.1 Descripción estaciones mareográficas convencionales actuales	7
2.1.2 Descripción estaciones océano-meteorológicas automáticas	7
2.2 Bases Teóricas del Sistema Mareógrafo	11
2.2.1 Transductores, Sensores	11
2.2.2 Señal de salida del sensor - Lazo de Corriente de 4-20 mA	13
2.2.3 Tipos de sensores de uso comercial del nivel mar	18
2.2.4 General Packet Radio Service (GPRS)	24
2.2.5 Sistema Satelital GOES	25

### CAPÍTULO III

#### ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PARA ESTACIONES MAREOGRÁFICA MECÁNICAS

3.1 Estación Base y Estación Remota	28
3.1.1 Estación Mareográfica Base Automática	28
3.1.2 Estación Mareográfica Remota Automática	28
3.1.3 Ventajas del Sistema	29
3.2 Alternativa tomada para la solución del sistema	29
3.3 Precisión y Estabilidad	29
3.4 La adquisición, gestión y accesibilidad de datos	31

3.4.1 El intervalo de medidas y su registro	31
3.4.2 Almacenado de los datos	32
3.4.3 Transmisión de los datos	32
3.4.4 Utilización de los datos	34
3.5 Instalación del mareógrafo	34
3.6 Estimación Costos y Tiempos	36
<b>CONCLUSIONES</b>	38
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	39

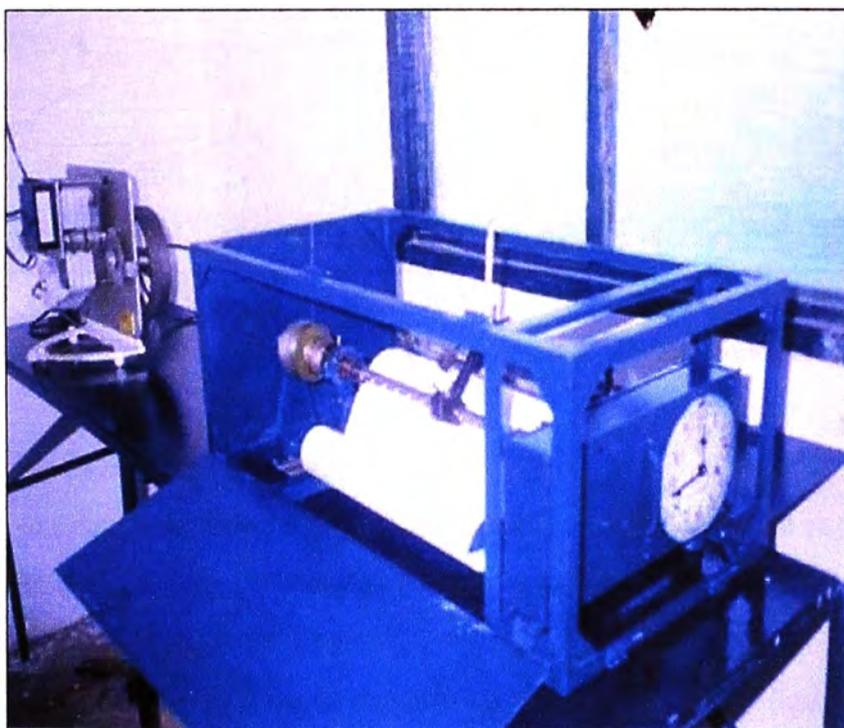
## PRÓLOGO

Las mareas son un fenómeno cuya importancia y manera de producirse se debe conocer se elevan, avanzan, descienden y retroceden varias veces al día; este movimiento oscilatorio del nivel del mar se produce por la influencia conjunta de El Sol y La Luna; son los desplazamientos que denominamos “mareas” que es el resultado de la atracción que ejercen aquellos astros sobre las partículas líquidas. No todas las cuencas oceánicas reaccionan de la misma manera. Hay pues diariamente dos mareas altas y dos mareas bajas, y entre ambos movimientos, un período culminante. Estos períodos son poco duraderos se producen en principio dos veces al año y reciben el nombre de “mareas de equinoccio”, también conocidas como “grandes mareas”. Nuestro mar peruano tiene actualmente en diversos departamentos de la costa estaciones mareográficas que son equipos mecánicos, estas en si son muy antiguas de los años 40 las cuales obtienen datos sobre los niveles de las mareas año tras año por dichas estaciones y son llevadas de manera manual vía transporte por un personal a las instalaciones de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de La Marina de Guerra del Perú, es así que este proyecto esta basado mas que nada en hacer una mejora a este sistema mecánico que no es obsoleto en si, pero la tecnología nos conlleva a la actualización de un sistema moderno en el cual es tecnología electrónica, para eso debemos hacer un análisis de diferentes alternativas utilizados comercialmente para los mareógrafos que cumplen la misma función de los equipos mecánicos. Este proyecto es interesante pues involucra hacer un replanteo de cómo se esta manejando actualmente las estaciones mareográficas y así desde la obtención de los datos de las mareas hasta analizar como se pueden transmitir hacia una estación base la cual analizará y procesará, el procesamiento de estos datos son de mucha importancia ya que una de las aplicaciones es determinar las manifestaciones de olajes irregulares o bravezadas de mar y en otros casos mas alarmantes como son los tsunamis.

## **CAPÍTULO I ESTACIONES MAREOGRÁFICAS ACTUALES**

### **1.1 Estaciones Mecánicas y Automáticas**

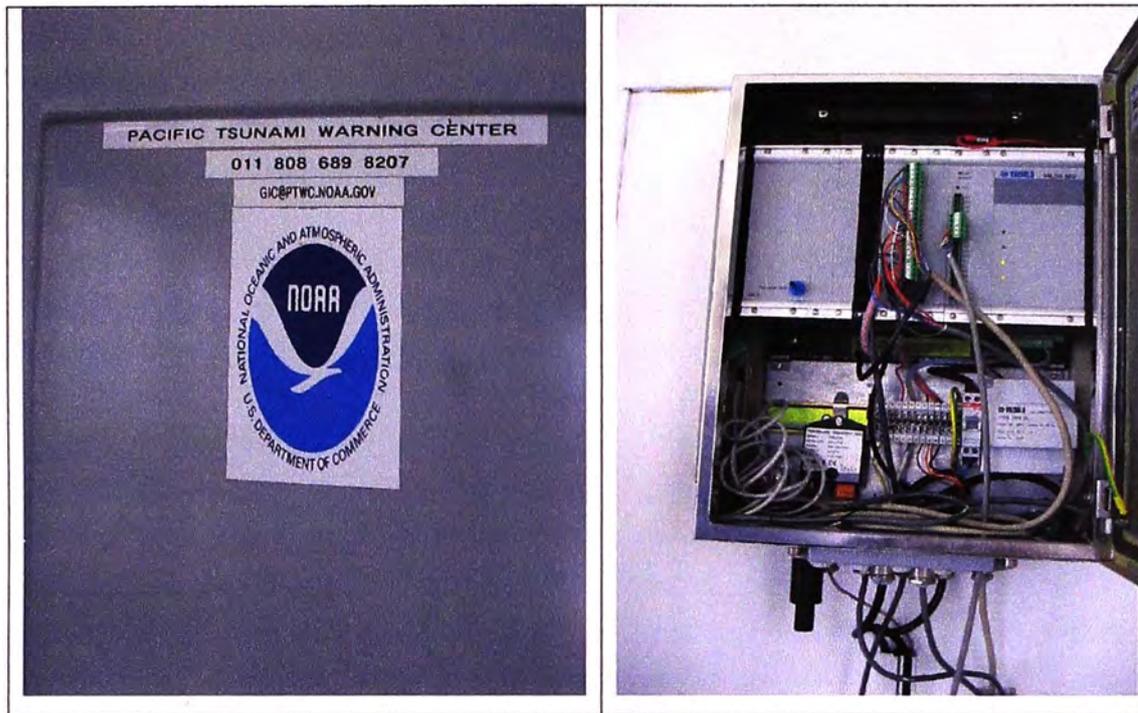
Actualmente las estaciones mareográficas de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) son de los años 40 el registro de los datos se hace en forma mecánica a través de un sistema relojería basado en poleas, un flotador que registran de forma gráfica por medio de un lápiz trazador la variación del nivel del mar y estos datos son enviados por un personal designado a Lima para su análisis mensualmente (Fig.1.1).



**Fig.1.1;** Mareógrafo del tipo mecánico Standard convencional

Dentro de la infraestructura de las estaciones mareo gráficas mecánicas también funciona las estaciones automáticas que poseen equipos ya no mecánicos sino automáticos del proyecto NAYLAMP y NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration ) (Fig. 1.2) son independientes una de otras pues los datos que recopilan se van a sus respectivas entidades mas aún si uno de los parámetros de datos es el nivel del mar de los equipos automáticos, en este caso se les puede pedir esta información incluso se puede hacer un

proyecto en el cual se hace una interfase y el modo de transmisión para el parámetro del nivel del mar pero no es lo adecuado por eso se requiere que estas estaciones mareo gráficas se encarguen de registrar la información tomada del nivel del mar de modo directo de sus propios sensores y no tomados indirectamente debido a que estaríamos dependiendo de los equipos de la NOAA.



**Fig.1.2;** Equipos de Estaciones océano meteorológicas automáticas

### 1.1.1 Estaciones Mecánicas Standard

- Su registro analógico continuo a través de un gráfico realizado en un papel, de más de 20 años, permite además registrar oleajes anómalos y tsunamis.
- La recepción de información es mensual.
- Procesamiento de la información es mensual en el cual se tabula y digitaliza sujeto a la remisión de los rollos mareo gráficos (papel).
- Cualquier variación o falla de funcionamiento de los equipos es fácilmente detectado.
- El mantenimiento del mareógrafo y regla es manual, mecánico y sencillo.
- Los repuestos del mareógrafo son costosos y ya no existen en el mercado dado que está conformado por dos sistemas de relojería especial el cual ya esta discontinuado y no existen repuestos ni reemplazo de las piezas mecánicas por lo que una solución parcial ha sido la fabricación de un sistema de relojería digital en reemplazo de los dos sistemas de

relojería mecánico manteniendo los sistemas de poleas y flotador a fin de poder continuar con el registro de datos en los rollos marea gráficos .

- El Control de calidad: se aprecian errores de ausencia de datos.

### **1.1.2 Estaciones Automáticas**

- Registró horario digital, de casi 7 años de información.
- Recepción de información horaria cada 3 horas.
- Procesamiento es diario y automático.
- Cualquier variación o falla de calibración del sensor se aprecia recién luego de establecer lecturas comparativas con registros pasados.
- El mantenimiento del sensor es delicado y especializado pero los datos adquiridos son precisos.

Es por esto que aprovechando la infraestructura ya existente de las estaciones instaladas (casetas, torres, tubos, etc) de modo que se eviten estos gastos, se plantea instalar un sistema de medición actual mejorado el cual nos debemos centrar en equipos electrónicos y no mecánicos que reemplace a los mareógrafos actuales el cual se requiera registrar y transmitir de forma casi continua las variaciones del nivel del mar y de este modo poder tener el monitoreo permanente y a su vez sirva para implementar un sistema de Alerta Temprana de Tsunamis de origen cercano el cual contribuirán al desarrollo tecnológico basándose en la tecnología actual.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

#### **2.1 Antecedentes**

Este proyecto esta basado en la medición de los cambios que ocurren en el nivel del mar sin distinguir específicamente su causa , ya que las mareas es una oscilación periódica producida por la atracción gravitatoria del sistema Tierra – Luna – Sol , las mareas son observadas por los mareógrafos en forma permanente las que se producen en la costa peruana responden al tipo mixto el cual presenta dos pleamares cuando la marea alcanza su máxima altura y dos bajamares cuando la marea alcanza su altura mínima en un día fluyendo de norte a sur en sentido horario de tal manera que la marea alta se presenta primero en el norte del país varios minutos después en lima y minutos mas tarde en el sur cuando ocurre la pleamar se puede observar que las aguas entran cubriendo grandes distancias reduciendo el ancho de la playa haciendo retroceder a los bañistas y campistas mientras que en la bajamar es aprovechado por los pescadores que hacen uso de la zona intermareal , para sacar cómodamente las algas y mariscos que quedan al descubierto en zonas costeras.

El periodo de tiempo donde no se produce ningún cambio sensible de la marea tanto en la pleamar con en la bajamar se llama marea estacionaria o parada la diferencia entre la pleamar y la bajamar se denomina amplitud de la marea (Fig.2.1.1).

Actualmente la Dirección Hidrografía y Navegación (DHN) de La Marina de Guerra del Perú cuenta con Estaciones Primarias instaladas en la costa de nuestro país que son estaciones mareográficas convencionales estas estaciones tienen el objetivo básicamente de tomar los datos de las mareas de manera mecánica para lo cual es un sistema antiguo , también tenemos las estaciones océano meteorológicas del proyecto NAYLAMP y la NOAA (National Oceanographic Administration Agency) los cuales estos comparten las mismas ubicaciones geográficas así como parte de la infraestructura para algunos lugares, pero sus equipos son independientes entre estaciones primarias y océano meteorológicas (Cuadro 2.1.1 y Fig.2.1.2 ).

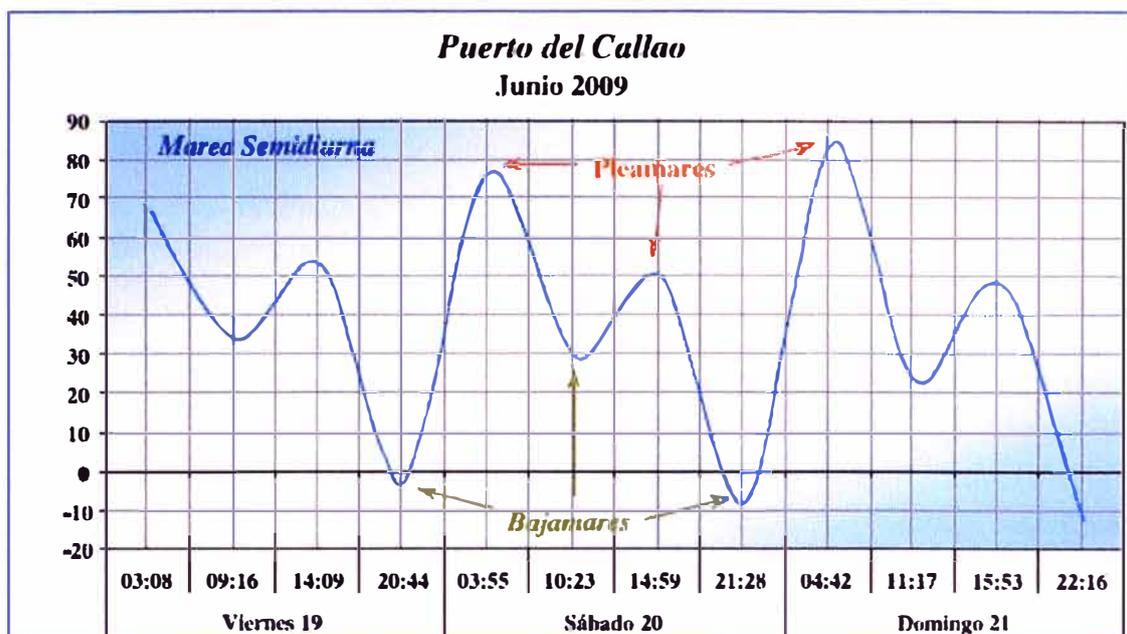


Fig.2.1.1; Pleamar y bajamar comportamiento de las mareas



Fig.2.1.2; Red de estaciones mareográficas de nuestro litoral

### **2.1.1 Descripción estaciones mareográficas convencionales actuales**

Ocho estaciones mareográficas convencionales (mecánicas):

La Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), realiza las mediciones del Nivel del Mar iniciándose en 1942 con la instalación de mareógrafos mecánicos pilotos en los puertos de Talara, Callao y Matarani, por el Interamerican Geodetic Survey (IAGS), en coordinación con el entonces Servicio Hidrográfico y Faros de la Marina, actualmente DHN, en 1956 se instalaron las estaciones mareográficas de Chimbote y San Juan.

Es así que a partir de 1970, la Dirección de Hidrografía y Navegación se hace cargo del mantenimiento y control de las estaciones mareográficas.

Posteriormente, en los años 80 se instalaron las estaciones mareo gráficas de Paita, Lobos de Afuera y Pisco, con el fin de monitorear eventos de “El Niño”, a raíz del extraordinario de 1982-1983, y de mejorar la precisión del pronóstico de mareas.

Las estaciones mareográficas están compuestas por un mareógrafo del tipo mecánico Standard convencional, formadas por sistema de relojería, poleas y un flotador que registran de forma gráfica por medio de un lápiz trazador la variación del nivel del mar una regla mareo métrica y un sistema de puntos de referencia (BMs) o marcas para la nivelación geodésica periódica.

Esta gráfica es enviada mensualmente por personal designado, para su posterior análisis y procesamiento en la Dirección Hidrografía y Navegación (Fig.2.1.3).

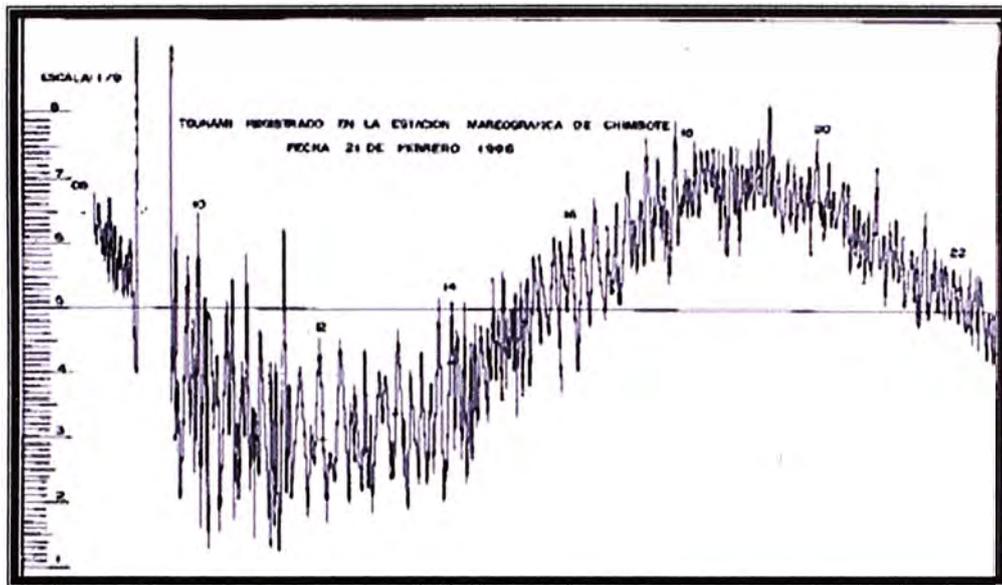
Los lugares donde están instaladas son: Talara, Paita, Isla Lobos de Afuera, Chimbote, Callao, Pisco, San Juan (Nazca - ICA ) , Matarani (Arequipa) (Fig.2.1.4).

### **2.1.2 Descripción estaciones océano-meteorológicas automáticas**

Once estaciones océano-meteorológicas automáticas en las cuales uno de los parámetros registrados es el nivel del mar. En Noviembre del año 2000, con el desarrollo del Proyecto NAYLAMP y mediante un Convenio con el Banco Mundial, relacionado al "Mejoramiento de la Capacidad de Pronóstico y Evaluación del Fenómeno "El Niño" para la Prevención y Mitigación de Desastres en el Perú ", permitió actualizar e implementar sensores del nivel del mar en 10 Estaciones Automáticas de la marca SUTRON, que están tele conectadas al satélite GOES y transmiten la información almacenada horaria mente cada 3 horas vía Satélite a fin de disponer en tiempo casi real, la información del nivel del mar a lo largo de la costa del Perú. Solo una de las estaciones es de la marca VAISALA, transmite su información censada al minuto vía radio enlace con línea de vista pues se encuentra ubicada en el distrito de la Punta de la provincia constitucional del Callao,

(Fig.2.1.5). Actualmente, la información del nivel del mar, se halla en proceso de acopio y de comparación, a fin de normalizar y continuar la serie respecto a la información histórica.

Los lugares donde están instaladas las estaciones SUTRON son: Caleta de La Cruz(Tumbes), Talara, Paita, Isla Lobos, Chicama o Malabrigo (La Libertad), Chimbote, Pisco, San Juan (Nazca - ICA), Matarani e Ilo. La comparación de las graficas obtenidas de las estaciones convencionales como las automáticas tendrán diferencias de nivel mostradas en el grafico (Fig.2.1.6).



**Fig.2.1.3;** Tabulación de los Mareogramas convencionales  
Ejemplo Estación de Chimbote



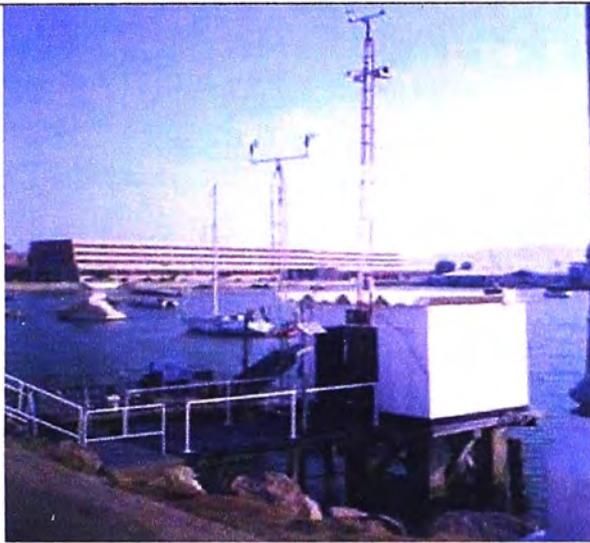
**Fig.2.1.4;** Estaciones mareográficas convencionales a lo largo de nuestra costa



**ESTACION DE ISLA LOBOS  
DE AFUERA**



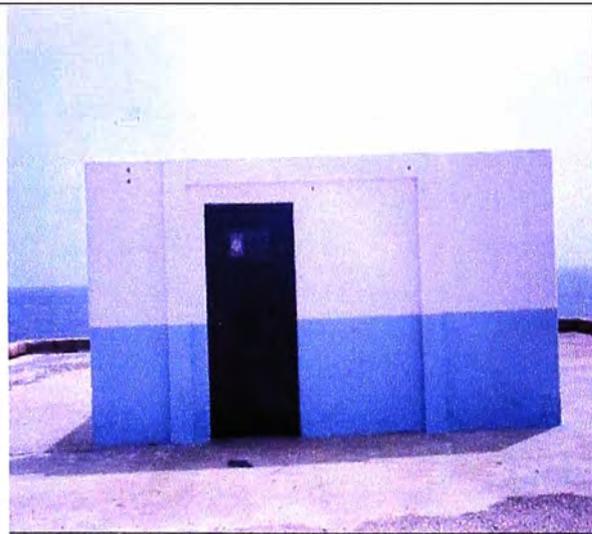
**ESTACION DE CHIMBOTE**



**ESTACION DE CALLAO**



**ESTACION DE PISCO**



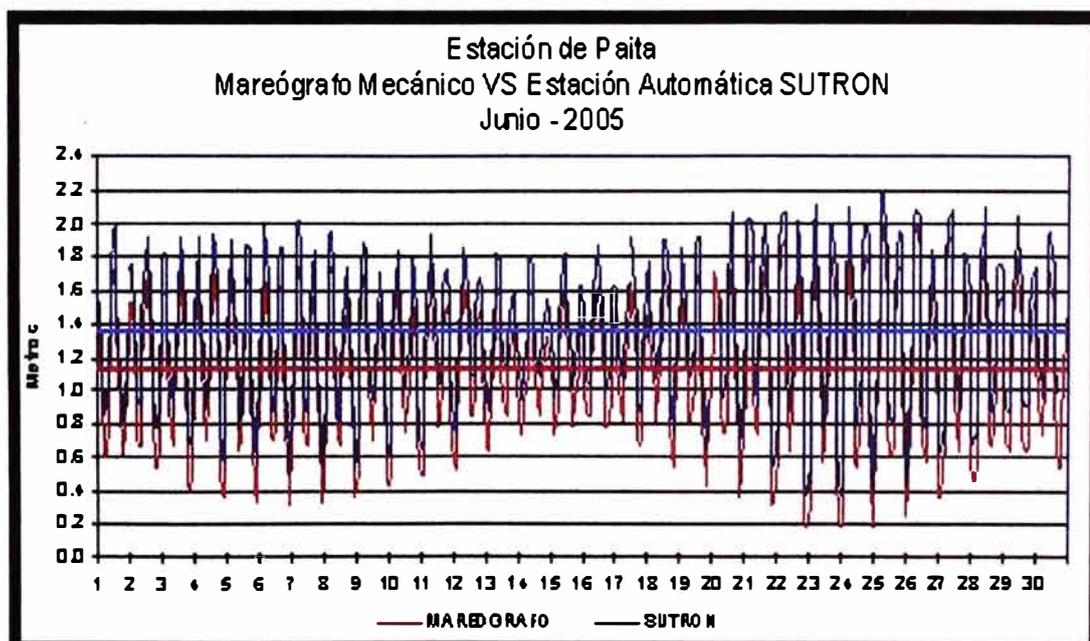
**ESTACION DE SAN JUAN**



**ESTACION DE MATARANI**



**Fig.2.1.5;** Estación automática callao equipo marca VAISALA



**Fig.2.1.6;** Gráficas de correlación entre ambos registros  
Estación mareográfica mecánico – estación automático Sutron

Adicionalmente la NOAA ha instalado 3 estaciones de la marca VAISALA que registran la información del nivel del mar cada 2 minutos y la transmiten horariamente a través del satélite (Goes), los lugares donde están instaladas son: Isla Lobos, Callao, Atico (Arequipa).

**CUADRO 2.1.1;** Información Mareográfica de las estaciones mecánicas y las estaciones automáticas.

<b>Inicio de Mediciones</b>			
<b>Estación Mecánica</b>	<b>Mareográfica Standard</b>	<b>Estación Océano Automática</b>	<b>Meteorológica Sutron</b>
<i><b>Zona Norte</b></i>			
		La Cruz	Nov. 2000
Talara	1942	Talara	Nov. 2000
Paita	1981	Paita	Nov. 2000
Isla Lobos de Afuera	1982	Isla Lobos de Afuera	Nov. 2000
		Chicama	Nov. 2000
<i><b>Zona Central</b></i>			
Chimbote	1955	Chimbote	Nov. 2000
Callao	1942		
Pisco	1985	Pisco	Dic. 2000
<i><b>Zona Sur</b></i>			
San Juan	1958	San Juan	Dic. 2000
Matarani	1941	Matarani	Dic. 2000
		Ilo	Dic. 2000

## **2.2 Bases Teóricas del Sistema Mareógrafo**

### **2.2.1 Transductores , Sensores**

Se denomina transductor, en general, a todo dispositivo que convierte una señal de una forma física en una señal correspondiente pero de otra forma física distinta. Es por tanto, un dispositivo que convierte un tipo de energía en otro. Esto significa que la señal de entrada es siempre una energía o potencia, pero al medir, una de las componentes de la señal suele ser tan pequeña que se desprecia, y se interpreta que se mide sólo la otra componente.

Al medir una fuerza, por ejemplo, se supone que el desplazamiento del transductor es despreciable, es decir, que no se “carga” al sistema, ya que de lo contrario podría suceder

que éste fuera incapaz de aportar la energía necesaria para el desplazamiento. Pero en la transducción siempre se extrae una cierta energía del sistema donde se mide, por lo que es importante garantizar que esto no lo perturba.

Dado que hay seis tipos de señales: mecánicas, térmicas, magnéticas, eléctricas, ópticas y moleculares (químicas), cualquier dispositivo que convierta una señal de un tipo en una señal de otro tipo debería considerarse un transductor, y la señal de salida podría ser de cualquier forma física “útil”. En la práctica, no obstante, se consideran transductores a aquellos que ofrecen una señal de salida eléctrica.

Un sensor es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transducible que es función de la variable medida. Sensor y transductor se emplean a veces como sinónimos, pero sensor sugiere un significado más extenso: la ampliación de los sentidos para adquirir un conocimiento de cantidades físicas que, por su naturaleza o tamaño, no pueden ser percibidas directamente por los sentidos. Transductor, en cambio, sugiere que la señal de entrada y la de salida no deben ser homogéneas.

Para el caso en que lo fueran se propuso el término “modificador”, pero no ha encontrado aceptación. La distinción entre transductor de entrada (señal física/señal eléctrica) y transductor de salida (señal eléctrica/presentación) está prácticamente en desuso.

La tendencia actual, particularmente en robótica, es emplear el término sensor (o captador en bibliografía francesa) para designar el transductor de entrada, y el término actuador o accionamiento para designar el transductor de salida.

Los primeros pretenden la obtención de información, mientras que los segundos buscan la conversión de energía. En este informe utilizamos el término sensor para referirnos a los transductores de entrada. No se tratan los accionamientos o transductores de salida.

A veces, sobre todo en el caso de la medida de magnitudes mecánicas, puede señalarse la presencia de un elemento designado como sensor primario, que convierte la variable de medida en una señal de medida, siendo el sensor electrónico quien la convierte en una señal eléctrica.

En la actualidad hay diferentes métodos que poseen diversos tipos de sensores para la medición del nivel del agua, para el fundamento teórico solo nos basaremos en los sensores más utilizados comercialmente, prácticos y así dejar de lado aquellos sensores antiguos como es el caso de un sensor del tipo mecánico actualmente utilizado.

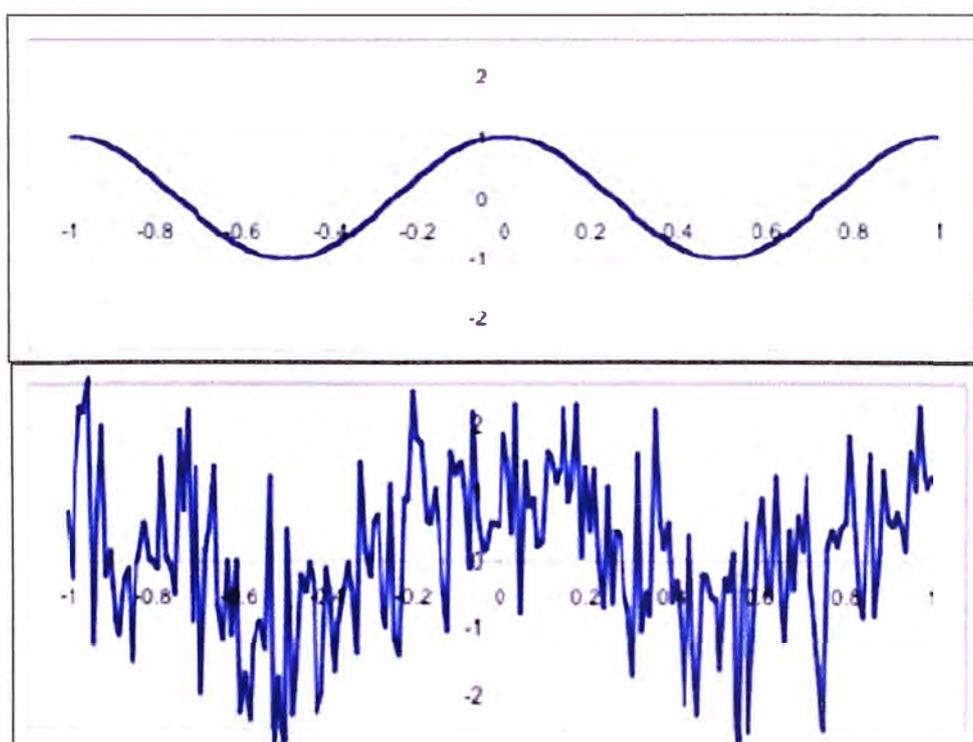
### 2.2.2 Señal de salida del sensor - Lazo de Corriente de 4-20 mA

En un sistema de control de lazo cerrado podemos encontrar que la entrada de este corresponde al valor deseado de la variable que se quiere controlar, ya sea temperatura, nivel de líquido, velocidad, etc. La salida será el actuador que afectará el estado de la variable que se está controlando, y como retroalimentación será común encontrar sensores, que tomen el estado actual de la variable a controlar en el sistema. Las señales analógicas provenientes de estos sensores son susceptibles a ruidos, por lo que no pueden transmitir su señal a distancias remotas a algún controlador, PLC o actuador, esto se resuelve colocando transmisores de lazo de corriente de 4-20 mA.

#### Perturbaciones en la transmisión

La atenuación existe cuando la energía de una señal decae con la distancia, por lo que hay que asegurarse que llegue con la suficiente energía como para ser captada por la circuitería del receptor y además, el ruido debe ser sensiblemente menor que la señal original.

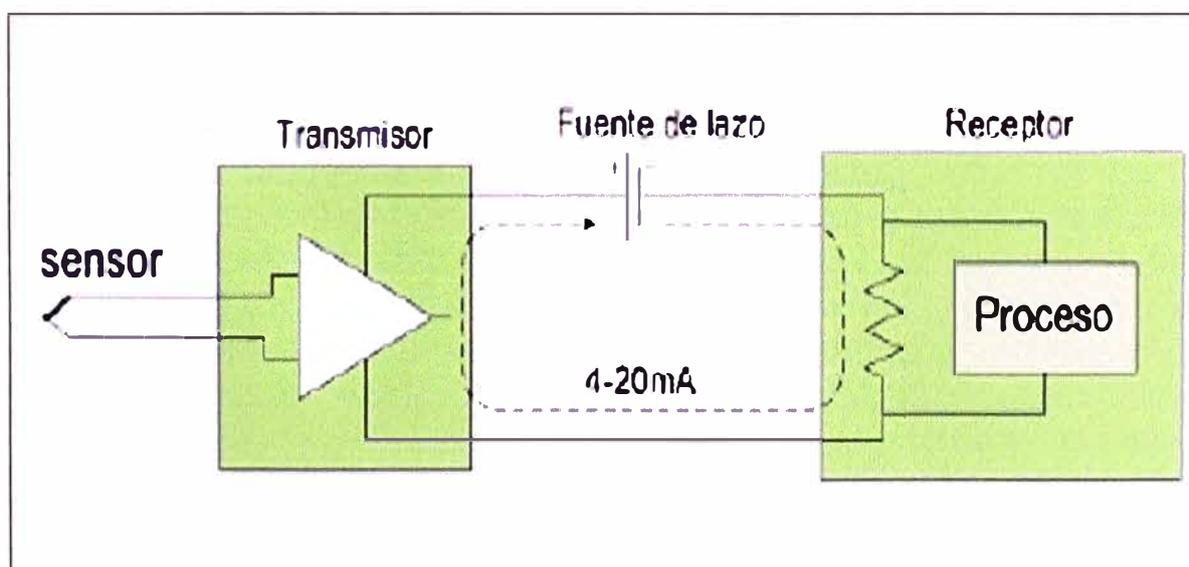
El ruido es toda aquella señal que se inserta entre el emisor y el receptor de una señal dada (Fig.2.2.1), hay diferentes tipos de ruido: ruido térmico debido a la agitación térmica de electrones dentro del conductor, ruido de intermodulación cuando distintas frecuencias comparten el mismo medio de transmisión, diafonía se produce cuando hay un acoplamiento entre las líneas que transportan las señales y el ruido impulsivo se trata de pulsos discontinuos de poca duración y de gran amplitud que afectan a la señal.



**Fig.2.2.1;** Señal sin ruido y señal con ruido

### Componentes de lazo de corriente de 4-20 mA.

Un circuito de lazo de corriente de 4-20mA, consta de por lo menos 4 elementos: un sensor / transductor, un convertidor de voltaje a corriente también llamado transmisor o acondicionador de señal, una fuente de alimentación para el lazo, y un receptor/monitor como se muestra en la figura 2.2.2. Los sensores proveen una salida de voltaje cuyo valor representa la variable física que es medida (por ejemplo, un termopar es un tipo de sensor que provee un nivel de voltaje muy bajo a sus salida, que puede ser proporcional a la temperatura a la que es sometida). El transmisor amplifica y acondiciona la salida del sensor, luego convierte el voltaje a un nivel de corriente directa en un rango de 4-20mA, que circula en serie a través de un lazo cerrado. El receptor/monitor, normalmente es una sección o parte de un medidor o sistema de adquisición de datos, que convierte la corriente entre 4-20mA de regreso a voltaje, el cual podrá utilizado en algún proceso posterior. La salida en el transmisor es de corriente y es proporcional a la variable física sensada. Se establece que para un lazo de corriente de 4-20 mA: 4mA será la correspondencia a uno extremos de la variable física sensada y 20mA corresponde al extremo opuesto. La fuente de alimentación de lazo, generalmente proporciona, cualquier requerimiento de energía tanto al transmisor como al receptor, u algún otro componente del lazo. Una fuente de 24 volts, llega a ser un valor de voltaje muy utilizado en aplicaciones de monitoreo de 4-20 mA, además que 24 volts es un voltaje utilizado para la alimentación de otros elementos e instrumentos electromecánicos. También existe el lazo alimentado por fuentes 12 Volts, ya que es un voltaje típico para sistemas en los que se utilizan computadoras.

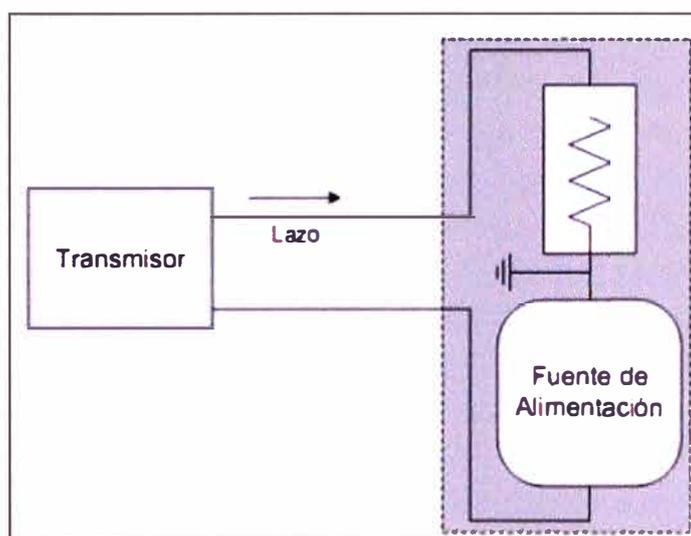


**Fig.2.2.2; Componentes de un lazo de corriente**

### Transmisor 4-20mA

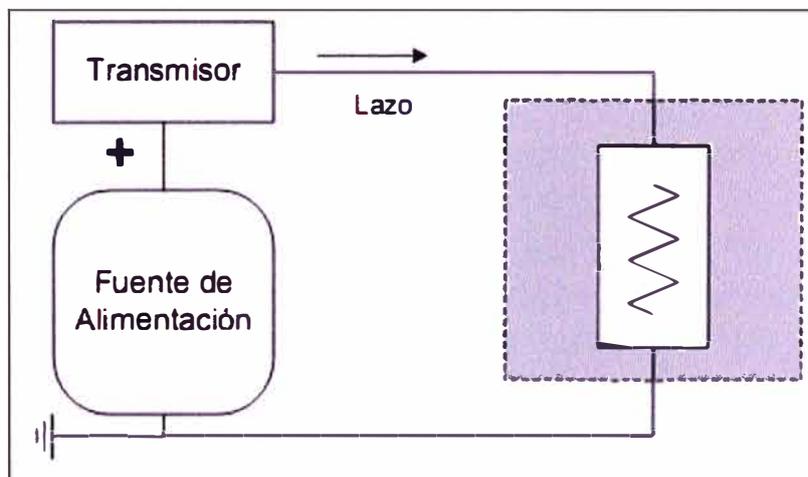
Dependiendo de los elementos disponibles para energizar, tanto en el transmisor como en el receptor será el tipo de clasificación que corresponda al lazo de corriente.

*Tipo 2:* Es un transmisor de 2 hilos, por los que se provee energía y se extrae la corriente proporcional a la variable sensada. Se considera al transmisor como flotante, ya que la fuente de alimentación se encuentra en el receptor así como la señal de tierra. La fuente de alimentación opera de 5V a 30V y existe un consumo mínimo de 4mA correspondientes al valor inicial de la variable sensada. El uso de 2 hilos facilita la instalación, pero demanda una electrónica más compleja en el transmisor (Fig.2.2.3).



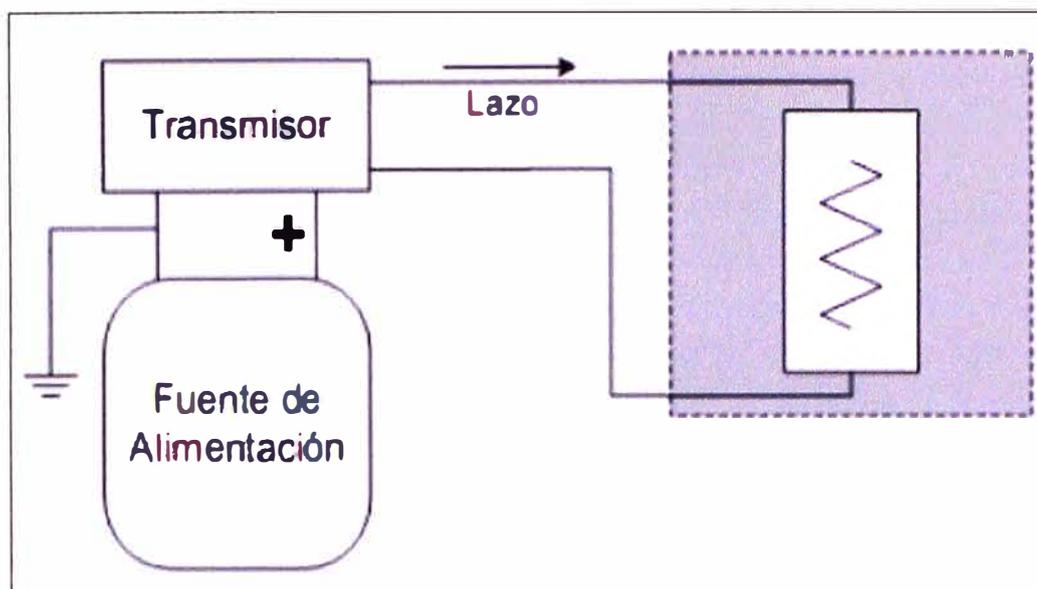
**Fig.2.2.3;** Lazo de corriente tipo 2

*Tipo 3:* Es un transmisor de 3 hilos, en el que se alimenta al transmisor por un hilo adicional, otro hilo corresponde al lazo de corriente y el tercer hilo es común entre el transmisor, la fuente y el receptor. En este modo se obtiene una electrónica más simple en el transmisor, por el uso de un hilo adicional en las conexiones (Fig.2.2.4).



**Fig.2.2.4;** Lazo de corriente tipo 3

*Tipo 4:* Este transmisor es el resultado de la combinación de los dos anteriores. Se tiene un transmisor alimentado con una fuente de corriente y un receptor con carga flotante (Fig.2.2.5).



**Fig.2.2.5;** Lazo de corriente tipo 4

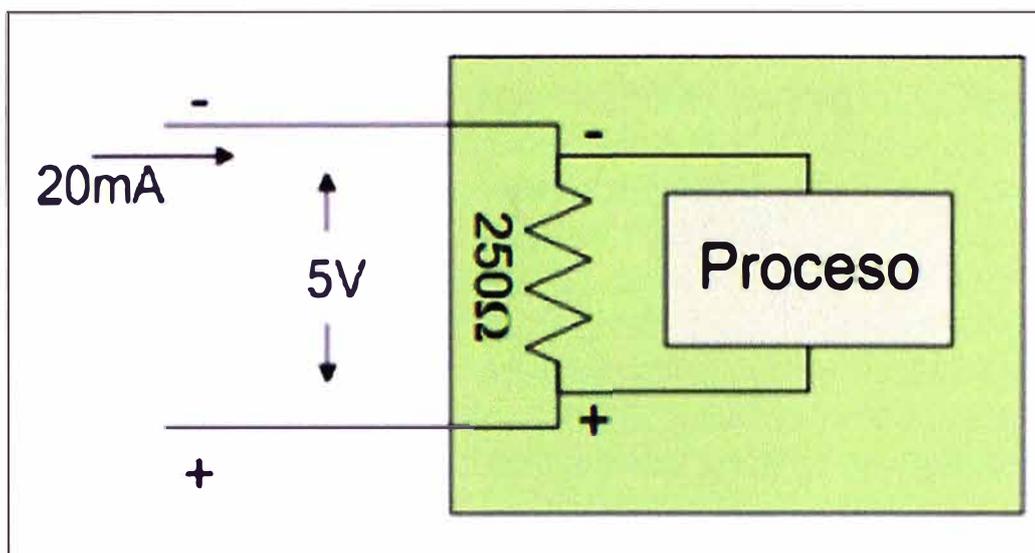
### **Receptor 4-20 mA**

La parte receptora del lazo de corriente obtiene el nivel de lazo que se tiene y lo convierte en algún dato útil para su posterior utilización en el sistema. Regularmente el receptor convierte el lazo en un equivalente a voltaje y este a su vez pasa por algún convertidor AD, que proporcione el dato digital. En la mayoría de los procesos, el receptor suele representar para el lazo una carga resistiva.

### **Características eléctricas de lazo de corriente de 4-20 mA**

El lazo de corriente presenta características que lo definen y limitan en un rango de operación, estas características dependen de la cantidad de voltaje que lo alimenta y la cantidad de voltaje que necesita el lazo para operar en función a la distancia del lazo y la resistencia que presente el receptor más la que genere el cable de lazo o caídas de voltaje en el lazo. Una de las especificaciones más importantes en un receptor de lazo alimentado por el lazo o por algún dispositivo fuera de este, es la resistencia total que este presenta para la salida del transmisor. La mayoría de los transmisores especifican la resistencia máxima de lazo, para la cual pueden generar un lazo de corriente a su salida máxima de 20mA. Por medio de la ley de ohm es posible encontrar la caída de voltaje a través de la resistencia de carga en el generador, multiplicando la resistencia por la corriente que en esos momentos pasa por él, a través de ella.  $V = I \cdot R$  donde V será la caída de voltaje en

volts, I la corriente que pase a través de la resistencia en amperes, y R la resistencia del receptor en Ohms ( $\Omega$ ). La suma de las caídas de voltaje ocasionadas por los elementos en serie en el lazo de corriente y consumo del transmisor y en ocasiones del receptor si dependen de una misma fuente de alimentación debe ser igual al voltaje de alimentación. Por ejemplo para una aplicación de lazo alimentado por una fuente de 24 volts Figura 2.2.6, que contiene una resistencia de lazo de 250  $\Omega$ , la caída máxima de voltaje en el lazo será: voltaje de caída =  $250\Omega \times 0.020A = 5V$



**Fig.2.2.6;** Ejemplo de caída de voltaje

### Conclusiones lazo de corriente

- Un sensor es un dispositivo usado para medir magnitudes físicas tales como temperatura, presión, velocidad, flujo de líquidos, etc.
- La transmisión de la información del sensor vía un lazo de corriente es útil cuando la información tiene que enviarse sobre grandes distancias (300 m o más)
- El lazo de corriente se encarga de convertir un voltaje suministrado por el sensor en una corriente proporcional comprendida entre 4 y 20 mA.
- 4 mA representa el nivel de salida cero del sensor y 20 mA representa la salida de plena escala del sensor.
- Luego, un receptor en un extremo remoto convierte la corriente a un voltaje que oportunamente será procesado por una computadora, controlador, PLC.

- Sin embargo, este voltaje conocido como “pérdida del lazo”, no reducen la corriente de 4 a 20 mA y estas pérdidas pueden ser compensadas por la alimentación del lazo.
- El valor de la corriente no es afectada en todo el lazo por las caídas de voltaje en el alambrado: Los electrones originados en el terminal negativo de la fuente de alimentación del lazo retornan al terminal positivo.

### **2.2.3 Tipos de sensores de uso comercial del nivel mar**

#### **Sensor de nivel del agua de Burbuja**

Principio de operación, el sensor de burbuja consiste de un sensor de presión y un compresor de generación constante de un flujo de gas que genera X número de burbujas por minuto, de ahí su nombre, hacia el cuerpo de agua en medición a través de una manguera, la cual es el único elemento del sistema en contacto con el agua.

La presión requerida para forzar que el aire pase a través de la manguera es proporcional a la profundidad del líquido (nivel del agua). Por otra parte, considerando que para efectuar el mantenimiento de la red, actualmente se requiere extraer el sensor del mar, lo cual implica tiempo y esfuerzo físico al maniobrar dentro del agua:

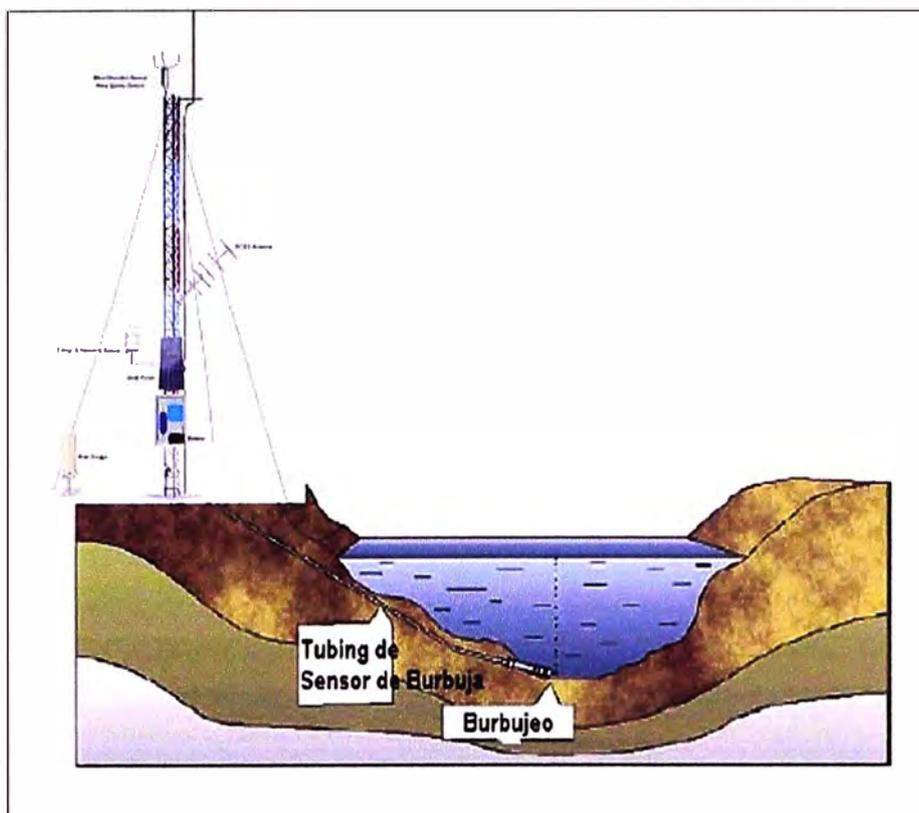
La implementación del sensor de burbuja reporta otra ventaja, la de disminuir el mantenimiento del sensor de nivel del agua. Lo anterior debido a que el sistema cuenta con un sistema de purgado a alta presión a través de la manguera que esta en contacto con el agua, lo cual removerá cualquier tipo de sedimento que podría haberse acumulado dentro de la misma.

La ventaja al utilizar esta tecnología es que en caso de que la manguera fuera arrastrada por el agua, robada o arrancada, el sistema de medición y la electrónica de medición (datalogger) no se verían afectados y la rehabilitación del sistema implicaría únicamente la adquisición de la manguera.

Primeramente se realiza la instalación de la caja de acero inoxidable que alojara al sensor de burbuja, un respaldo de batería y el desecante del sensor de burbuja (Fig. 2.2.7).

Tipo sensor de presión: Sistema Inteligente de producción “CONTINUA” de burbujas por inyección de gas.

Debe contar con despliegue LCD para visualización de dato sin recurrir a un datalogger. No debe usar mercurio o nitrógeno. Tipo Compresor de pistón de flujo constante controlado por microprocesador, de grado médico y calificado sin diafragma con membrana hidrofóbica interna para protección.



**Fig.2.2.7;** Instalación del sensor de burbuja

### **Sensor de Nivel del Agua tipo Radar**

El Sensor de nivel del agua tipo Radar aplica el principio de funcionamiento del radar para determinar el nivel del agua sin contacto directo. Es insensible al lodo, a medios agresivos como aguas residuales y a materiales que se desplazan en el agua basura, maleza, etc. (Fig. 2.2.8).

Aplicaciones:

- Mediciones de nivel sin contacto directo en ríos, lagos, presas, mar.
- La medición no es influenciada por niebla, lluvia o fluctuaciones de temperatura.
- Rango de frecuencia aprox. 26 GHz.
- Operación continua, sin calentamiento.
- El dato medido es transmitido digitalmente sobre cables largos sin error.

La Tecnología Radar para la medición del nivel del mar, ofrece importantes ventajas en la medición de nivel del mar. La tecnología sin contacto directo requiere poco mantenimiento, por lo que el radar es una elección rentable. La tecnología radar es ideal en aquellas aplicaciones de medición de nivel de líquidos, pastas, lodos, materiales pulverizados y sólidos.

Ventajas de la tecnología radar en la medición del nivel agua:

- Medición en los rangos de más de 40m (con la opción de 100m).
- Tecnología versátil para líquidos, pastas y sólidos.
- Visualización de nivel, distancia o volumen.
- Detección de interfase en líquidos.
- Ideal para tanques estrechos con un diámetro mínimo fijo para el mezclado.
- El polvo no le afecta en condiciones de llenado o vacío.
- Inmune al ruido de llenado de productos sólidos, como piedras.
- Instalación y adaptación sencilla, con un amplio rango de conexiones de proceso.
- Ideal para atmósferas corrosivas y ácidas.
- Disponibilidad para opciones de alta temperatura y presión.
- Programación a remoto o local.

#### **Sensor de nivel del agua tipo “shaft encoder”**

El codificador de flecha inteligente tiene rotación magnética y un dispositivo de efecto hall para una precisa medición del nivel de agua. Estos modelos usan la interfaz que lee los valores medidos por el sensor directamente en unidades de ingeniería para el DCP, se basa en el ángulo de giro que es sometido un flotador el cual gira en forma horaria y antihorario siendo proporcional al valor tabulado de la marea (Fig. 2.2.9).

#### **Sensor de Presión Diferencial**

Consiste en un diafragma en contacto con el fluido del depósito, que mide la presión hidrostática en un punto del fondo del depósito, tanque abierto: el nivel del líquido es proporcional a la presión en el fondo, se coloca un medidor de presión, tanque cerrado: diferencia de presión ejercida por el líquido en el fondo y la presión que tiene el depósito como se muestra en la figura 2.2.10. El diafragma forma parte de un transmisor neumático, o electrónico de presión diferencial. El problema que se da con este sensor para medir el nivel del mar es el mantenimiento ya que es caro hay que limpiarlo debido a las algas que se impregnan, entonces se debe contratar una lancha para ir al lugar instalado, luego contratar un buzo, estos gastos periódicos resultan de un modo equivalente a la compra de un sensor tipo radar. Sensor de nivel del Mar: Compuesto de un sensor de nivel de presión diferencial con un rango de 12.2 metros (40 ft), una exactitud de 0.1%FS. Este sensor es empleado por las estaciones de la NOAA instaladas en Lobos, Callao y Atico (Fig.2.2.11).



**Fig.2.2.8;** Sensor de nivel del agua tipo Radar

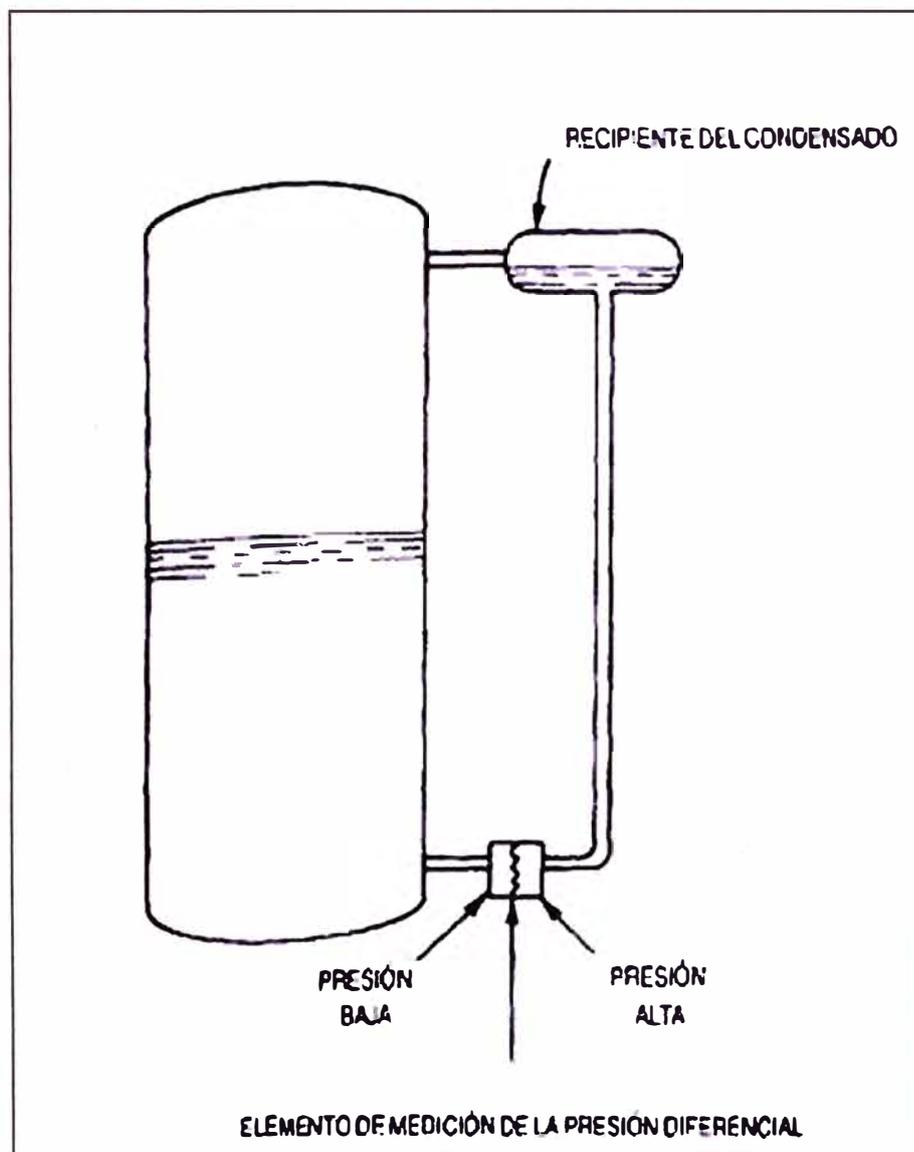


**Fig.2.2.9;** Sensor de nivel del agua tipo “shaft encoder”

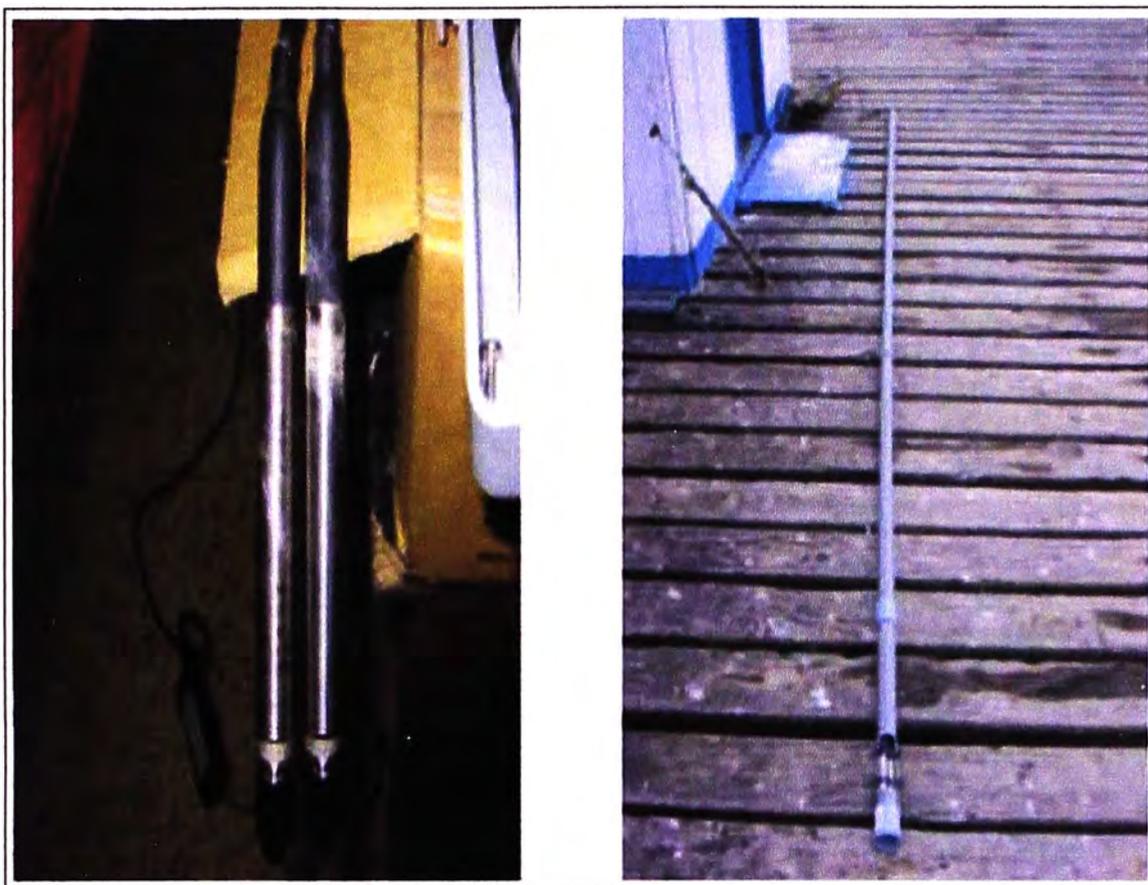
### Sensor por Ultrasonido

Se basa en la emisión de un impulso ultrasónico a una superficie reflectante y la recepción del eco del mismo en un receptor. El retardo en la captación del eco depende del nivel del depósito. Los sensores trabajan a una frecuencia de unos 20 KHz , estas ondas atraviesan con cierto amortiguamiento o reflexión el medio ambiente de gases o vapores y se reflejan en la superficie del sólido o del líquido (Fig.2.2.12).

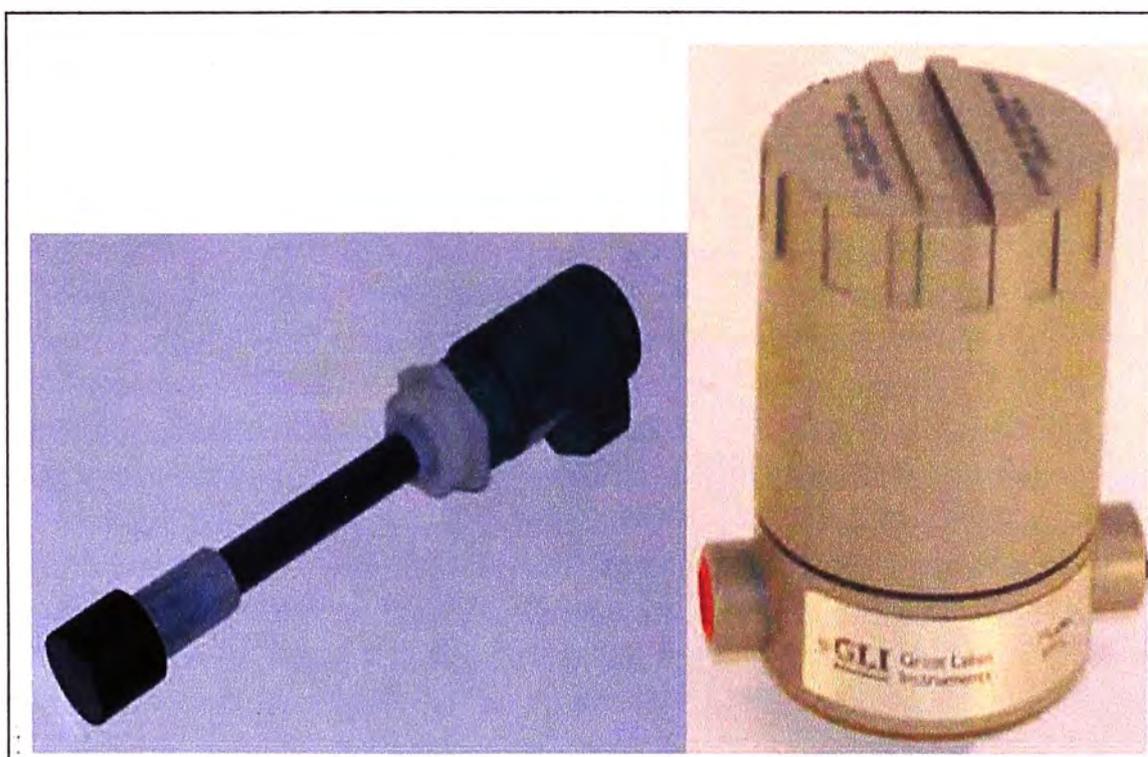
La precisión de estos instrumentos está en el intervalo de  $\pm 1$  a 3 %. El tiempo depende de la temperatura, por lo que hay que compensar las medidas. Hay que evitar que existan obstáculos (por ejm. espumas) en el recorrido de las ondas, aunque algunos medidores compensan los ecos fijos debidos al perfil del depósito (mediante software).



**Fig.2.2.10;** Modelo de sensor de presión diferencial



**Fig.2.2.11;** Sensor de nivel del mar tipo presión diferencial



**Fig.2.2.12;** Sensor de nivel de líquido ultrasónico

### 2.2.4 General Packet Radio Service (GPRS)

Para este proyecto tenemos que tener en claro lo que es transmisión por GPRS y GSM pues para la transmisión de las estaciones mareográficas se buscara la mejor alternativa, es así GPRS es una evolución no traumática de la actual red GSM no conlleva grandes inversiones y reutiliza parte de las infraestructuras actuales de GSM. Por este motivo GPRS tendrá desde sus inicios la misma cobertura que la actual red GSM (Fig.2.2.13).

GPRS (Global Packet Radio Service) es una tecnología que subsana las deficiencias de GSM ya que su velocidad de transferencia de hasta 144 Kbps su conexión es permanente el tiempo de establecimiento de conexión inferior al segundo, el pago es por cantidad de información transmitida no por tiempo de conexión GPRS, puede combinar hasta 8 canales para transferir datos y cada canal puede transferir a una velocidad de 10 Kbps aproximadamente. Es evidente que para poder servirnos de esta nueva tecnología necesitamos un nuevo terminal. Nuestro teléfono móvil GSM no sirve los nuevos terminales GPRS contarán con diversas prestaciones en función del número de canales que utilicen. Debido a esto contaremos con terminales 2 + 1 (que significa dos canales para recibir información y un canal para el envío), 3 + 1, 4 + 1, etc. También habrá terminales que permitirán transferir datos y mantener al mismo tiempo una llamada de voz, el uso de GPRS no se limita sólo a los teléfonos móviles; aparecerán tarjetas PCMCIA GPRS para conectar portátiles a Internet tarjetas para conectar el ordenador, etc. El uso de nuevos terminales GPRS como módem inalámbrico tendrá una aplicación inmediata y evidente. Los podremos conectar a ordenadores portátiles o no portátiles como cualquier módem, pero evidentemente con las ventajas de ser inalámbrico, igualmente los terminales GPRS nos permitirán visualizar contenidos y utilizar servicios de Internet directamente en su pantalla reducida, en una evolución continua de convergencia entre el teléfono móvil y los PDA (Asistentes Digitales Personales). Este nuevo terminal de pantalla reducida y teclado con funciones limitadas cuenta con conexión permanente a Internet (GPRS) y un pago por uso de servicio, no por tiempo lo que dará lugar a nuevos servicios móviles. Cuando accedemos a servicios directamente desde nuestro terminal la velocidad de transferencia a diferencia de lo que puede parecer, no es el factor determinante. Tener una conexión permanente a Internet (lo que se traduce en acceder a servicios de manera casi instantánea) o el hecho de no estar pagando por tiempo de conexión son factores más relevantes que la velocidad de transmisión. Pero, por encima de todo lo más importante es sin duda poder disponer de todos esos servicios.

### 2.2.5 Sistema Satelital GOES

Ubicación Satélites GOES los satélites geoestacionarios están ubicados en un punto fijo de la "órbita geoestacionaria", situada a una distancia cercana a los 35800 Km. del ecuador terrestre. Permiten la observación continua de una área geográfica las 24 horas del día, ya que completan en este tiempo una órbita alrededor de la Tierra. Existe dos tipos básicos de satélites meteorológicos por su órbita: los geoestacionarios y los polares. Existen varios satélites geoestacionarios para la meteorología. Los Estados Unidos tienen dos en funcionamiento: el GOES-11 y el GOES-12. El GOES-12, designado como GOES-East, está sobre el río Amazonas y proporciona la mayor parte de la información meteorológica estadounidense. El GOES-11 es denominado GOES-WEST y se sitúa el este del Océano Pacífico . En la actualidad hay activos cinco satélites meteorológicos situados en esta órbita geoestacionaria: el INSAT indio, los americanos GOES E y W (Geostationary Operational Meteorological Satellite), el GMS (Geostationary Environmental Satellite) japonés, el METEOSAT (European Geostationary Meteorological Satellite) y el GOMS (Geostationary Operational Environmental Satellite) de la urss como muestra la figura 2.2.14 para usos meteorológicos tenemos la NOAA nos da un Id para utilizarlo en el canal 63 trabajando a una frecuencia central de 401.8 Mhz el cual podemos transmitir cada hora .

Hay cinco canales de imágenes sobre el satélite: canal visible (0.55-0.75  $\mu\text{m}$ ) con un punto de resolución sub-satélite de 1 Km.; un canal mid-IR 1 (3.80-4.00  $\mu\text{m}$ ) en resolución de 4 Km.; un canal de vapor de agua (6.50-7.00  $\mu\text{m}$ ) en resolución de 8 Km.; y dos de 4 m. los canales IR en 10.2-11.20  $\mu\text{m}$  y 11.50-12.50  $\mu\text{m}$ , respectivamente Los sensores Geoestacionarios, GOES-8, -9, y -10 soportan subsistemas independientes de imagen y sonido.

El sistema de 19 canales contiene: 8 canales de dióxido-carbono, 4 canales de vapor de agua, 4 canales infrarrojos y uno de ozono, otro de nitrógeno y por último un canal visible. El sistema recolector de datos (Data Collection System, DCS) es un sistema de comunicación de datos que maneja información desde otras plataformas recolectoras de datos. Cada satélite puede manejar cerca de 25,000 mensajes por hora. El satélite GOES también acarrea un sistema de búsqueda y rescate, permitiendo la adquisición de señales de emergencia desde balizas de 406 MHz; la información de los satélites polares es utilizada para fijar la posición de las naves o personas en problemas. Además existen tres instrumentos de monitoreo del comportamiento solar - Un sensor solar de rayos X, Un

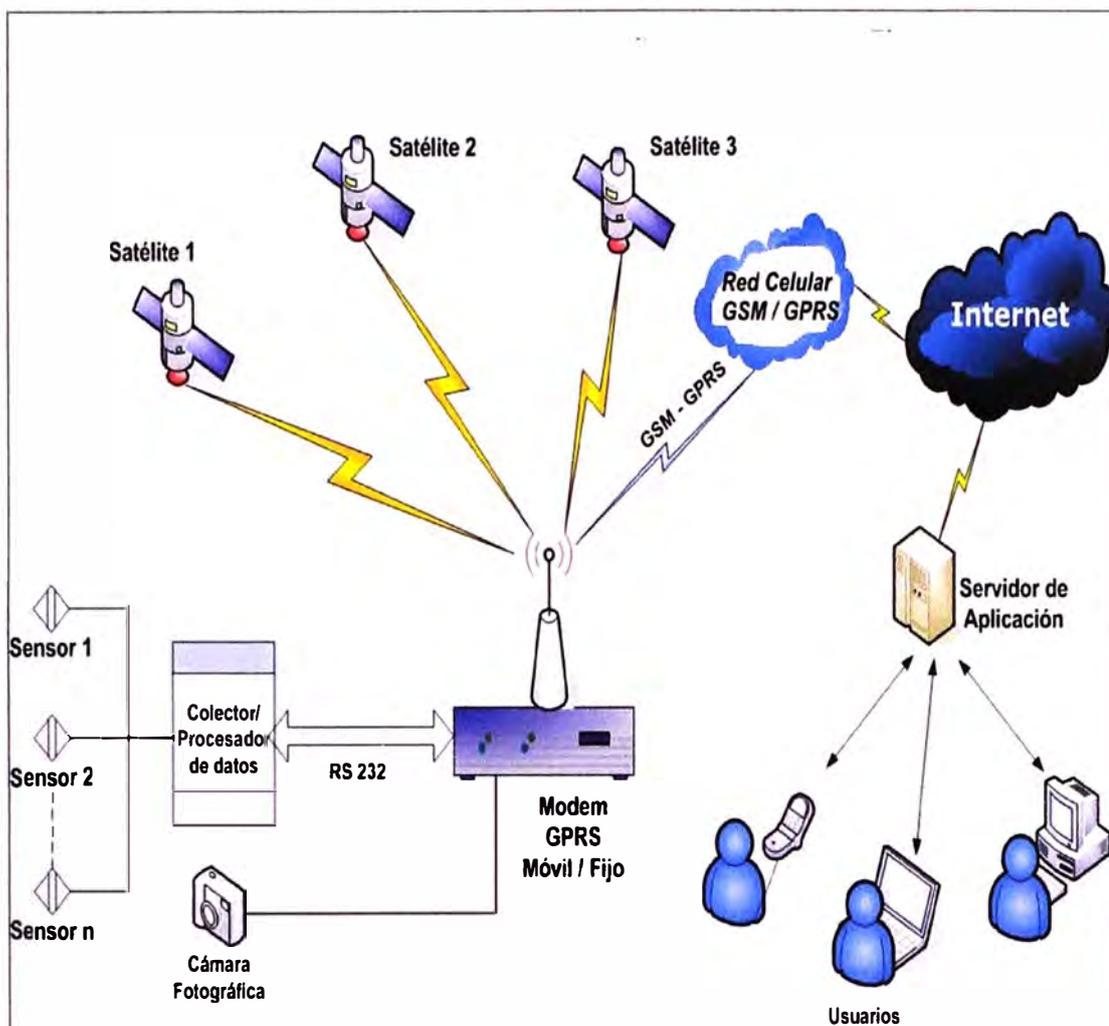


Fig.2.2.13; Esquema global de comunicaciones

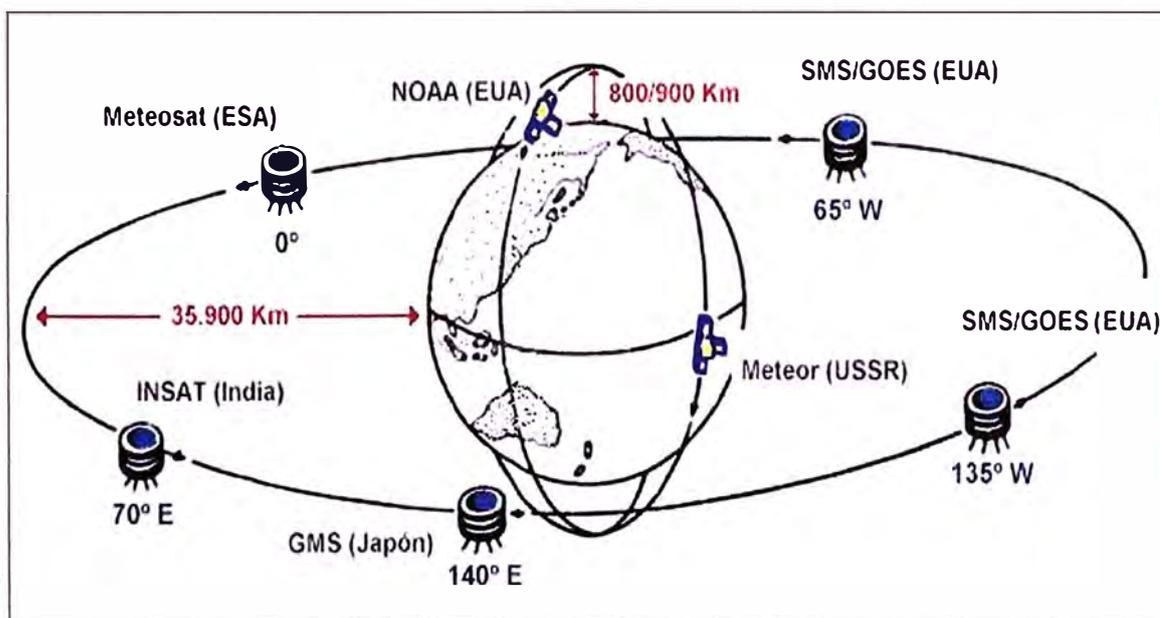


Fig. 2.2.14; Satélites meteorológicos geoestacionarios

sensor de partículas de energía y un Magnetómetro – proveen un monitoreo del flujo solar, comportamiento energético medioambiental del electrón, protón y partículas alfa, y mediciones del campo magnético de la tierra respectivamente, el sistema satelital GOES para el proyecto es importante ya que es un respaldo de transmisión para la posible caída de transmisión vía GPRS

## **CAPÍTULO III**

### **ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PARA ESTACIONES MAREOGRÁFICA MECÁNICAS**

#### **3.1 Estación Base y Estación Remota**

Para todo el sistema que conforma las estaciones mareográficas mecánicas a lo largo de nuestro litoral se ha propuesto dividir en una estación base automática y en estaciones remotas automáticas con el fin de obtener mejor la información con mas precisión y en tiempo real mediante el servicio GPRS.

##### **3.1.1 Estación Mareográfica Base Automática**

La estación base automática recepcionará la información transmitida por cada una de las ocho estaciones remotas con un período de actualización de la información de al menos un minuto. Este sistema permitirá que en esta estación base; ubicada en la Dirección de Hidrografía y Navegación CALLAO se pueda obtener información en tiempo real de las ocho Estaciones Mareográficas ubicadas remotamente.

Estos datos serán procesados por un software dedicado, donde se almacenarán en una base de datos y serán publicada a través de la Web y que cualquier persona pueda acceder desde cualquier lugar a estos datos a modo de consulta.

##### **3.1.2 Estación Mareográfica Remota Automática**

Estas estaciones se encargaran de registrar la información tomada de modo directo de los sensores, que en este caso será un sensor de nivel del mar del tipo radar , con intervalos de almacenamiento de un minuto como mínimo, los que serán almacenados y a su vez ser transmitidos por el sistema de telemetría con redundancia es decir contara como sistema primario una transmisión por MODEM/Transmisor celular vía GPRS ya que el pago es por cantidad de información transmitida y no por tiempo de conexión la transmisión es durante todo el año y como sistema de transmisión secundario o de respaldo un MODEM / transmisor satelital GOES con su respectivo canal autorizado que permita transmitir al menos cada 3 horas , esto es dado que la transmisión por GOES es gratuita.

### **3.1.3 Ventajas del Sistema**

El sistema permitirá contar con información de todas sus estaciones mareográficas remotas en tiempo real del nivel del mar cada minuto por el MODEM celular.

El enlace satelital es como vía alterna permite tener un sistema de comunicación menos vulnerable a fallas producto de sismos que hacen congestionar redes celulares.

### **3.2 Alternativa tomada para la solución del sistema**

Según los requerimientos del sistema he considerado realizar el proyecto tomando como alternativa un mareógrafo del tipo radar ya que tiene mejor comportamiento con respecto de los diferentes tipos de sensores del nivel del agua que hay de uso comercial visto en nuestro marco teórico , diseñado por una empresa española basándose a la moderna tecnología electrónica ,esta es una alternativa de las diferentes soluciones que pueden haber para la medida , registro y transmisión de los datos del nivel mar ,este mareógrafo posee avanzadas características técnicas el cual esta constituido por dos partes que son ;Un sensor de nivel que se basa en tecnología radar a 26 GHz como nos muestra la figura 3.2 y una Unidad de Medida, como también el Registro y La Transmisión de los Datos como nos muestra la figura 3.3 .

Este mareógrafo es un sistema autónomo y compacto, su alimentación es vía la red eléctrica donde utiliza pilas recargables mediante paneles solares, no es necesario tener una computadora, realiza el muestreo y su digitalización de dicha señal, el registro de los datos en su propia memoria interna de 128 Mbytes, así como de los elementos necesarios para transmitir los datos, en tiempo real. Este mareógrafo lo podemos programar ya sea de manera local como remota su muestreo lo hace a cada segundo además podemos hacer el muestreo de otros parámetros meteorológicos y ambientales. El software para la gestión de las comunicaciones es el TeleTrans-W3K programa creado por el proveedor (Fig.3.4).

### **3.3 Precisión y Estabilidad**

Este sensor de nivel por radar su operación lo hace con señales de microondas a una frecuencia de 26 GHz banda K, el cual la antena emite pulsos de microonda de baja potencia, estos son reflejados por la superficie líquido y recibido nuevamente por la antena, el tiempo que tarda la onda en ir y volver es proporcional a la distancia a la que se encuentra el líquido. Este sensor utiliza algoritmos para descartar rebotes que no corresponden al nivel del líquido, disponiendo hasta de 3 mm de precisión, para cada medida, a diferencia de otros sensores que utilizan radares de barrido en lugar de impulsos,



Fig.3.2; El sensor de nivel tecnología radar

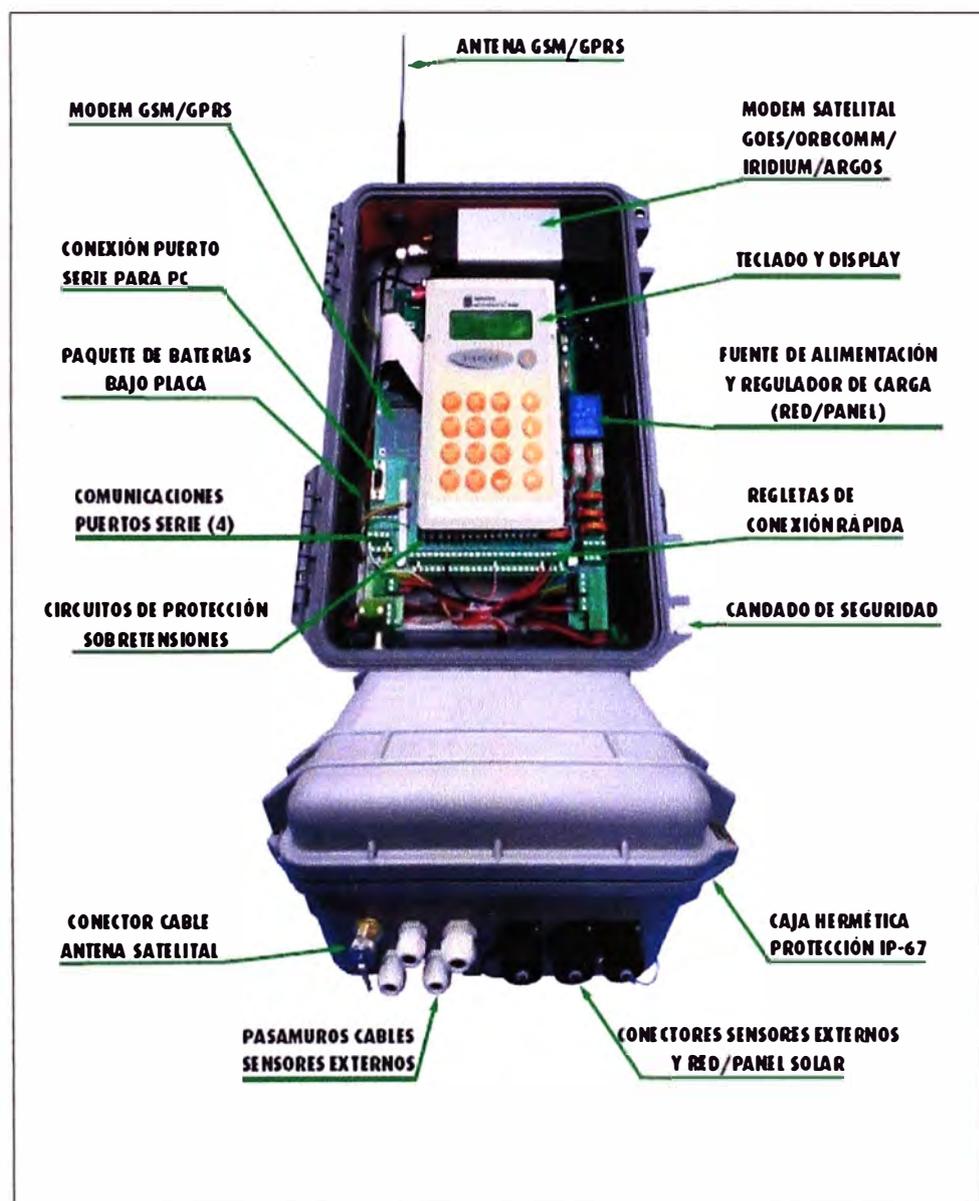


Fig.3.3; La Unidad de Medida, Registro y transmisión de data

poseen errores que están en el orden de 10 mm. La precisión de 3 mm por el sensor para los datos brutos de cada segundo, no sufre degradación alguna en su proceso de digitalización el cual dispone de un conversor Analógico/Digital de 19 bits. La estabilidad en las medidas es muy alta, ya que el sensor radar no se ve afectado por las condiciones ambientales de temperatura, humedad, presencia de lluvia o viento, etc., como sucede con otras tecnologías de medida, en particular, con los sensores de tipo ultrasónico.

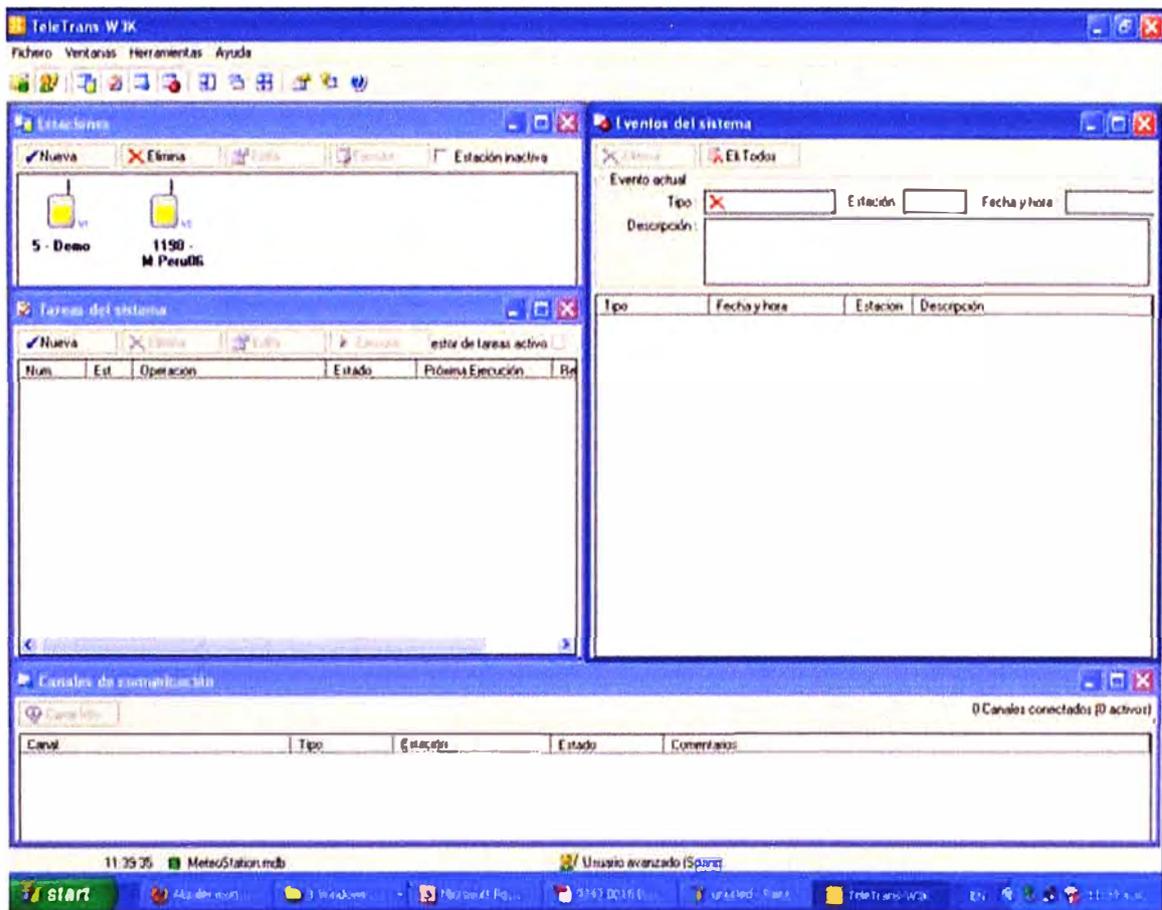


Fig.3.4; TeleTrans-W3K: Software para la gestión de las comunicaciones

### 3.4 La adquisición, gestión y accesibilidad de datos

#### 3.4.1 El intervalo de medidas y su registro

Este sensor tipo radar, realiza una medida cada segundo, en el cual la Unidad electrónica de adquisición de datos hace la digitalización a la frecuencia de 1 Hz. Es así que realiza los cálculos de los valores medios, mínimos y máximos, con periodos programables 1, 2, 5, 10, 15, 30 y 60 minutos, el cual almacena en su memoria interna de 128 Mbytes, según la tabla 3.1. Este equipo lleva un MODEM GPRS integrado en ella, sin necesidad de tarjetas adicionales para la transmisión de la data.

**Tabla 3.1;** Resumen de los intervalos de medida y registro del mareógrafo

<b>SENSOR RADAR</b>		<b>MAREO GRAFO</b>	
Frecuencia de medida :	1 Hz , una medida cada segundo	Frecuencia de muestreo	1 Hz
		Almacenamiento de datos brutos de nivel :	Cada segundo
		Almacenamientos de datos promediados máximos y mínimos para todos los parámetros medidos	En periodos de tiempos programables de 1,2,5,10,15,20,30,60 minutos

### 3.4.2 Almacenado de los datos

Dispone de una memoria interna del tipo Flash, con una capacidad de 64 o 128 Mbytes el cual se divide en tres campos diferenciados; uno de ellos, reservado para el almacenamiento opcional de los datos brutos de nivel medido cada segundo, junto con la correspondiente referencia de tiempo. Es importante resaltar que esta referencia del reloj interno esta permanentemente sincronizada, de modo automático, con la referencia de tiempos del receptor GPS incorporado en la propia placa electrónica. Finalmente, un tercer campo de la memoria, se deja reservado para el almacenamiento transitorio de las imágenes en color captadas por una o varias cámaras, su capacidad de almacenamiento de datos superior a 5 meses incluso registrando los datos brutos de nivel del mar con una frecuencia de 1 Hz

### 3.4.3 Transmisión de los datos

En el Diagrama de Comunicaciones de la figura 3.5, se indican la transmisión de los datos, desde las estaciones remotas del mareógrafo hasta la estación base. Por otro lado, los datos de nivel del mar se transmitirán por MODEM GPRS integrada en la placa hasta la Estación Base, con intervalos de tiempo programables , la transmisión por satélite GOES se dará como medida alterna cuando la transmisión vía modem GPRS caiga debido a fallas , esta transmisión se dará dependiendo de los permisos conseguidos por la NOAA quien es el ente que administra el satélite GOES y asigna los IDs respectivos para cada transmisor así como el canal autorizado.

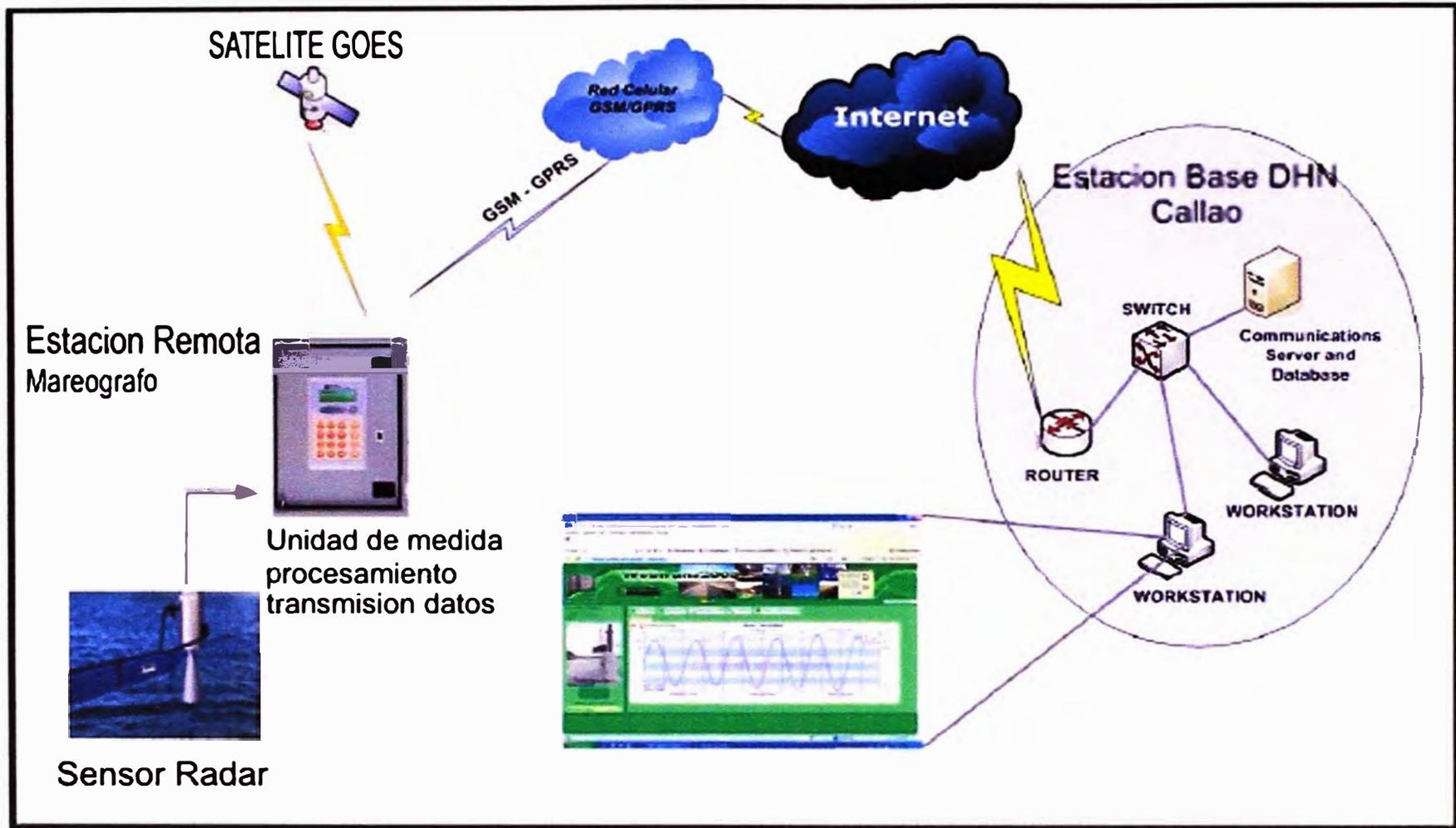


Fig. 3.5: Esquema general de comunicación de las estaciones remotas con la estación base

#### **3.4.4 Utilización de los datos**

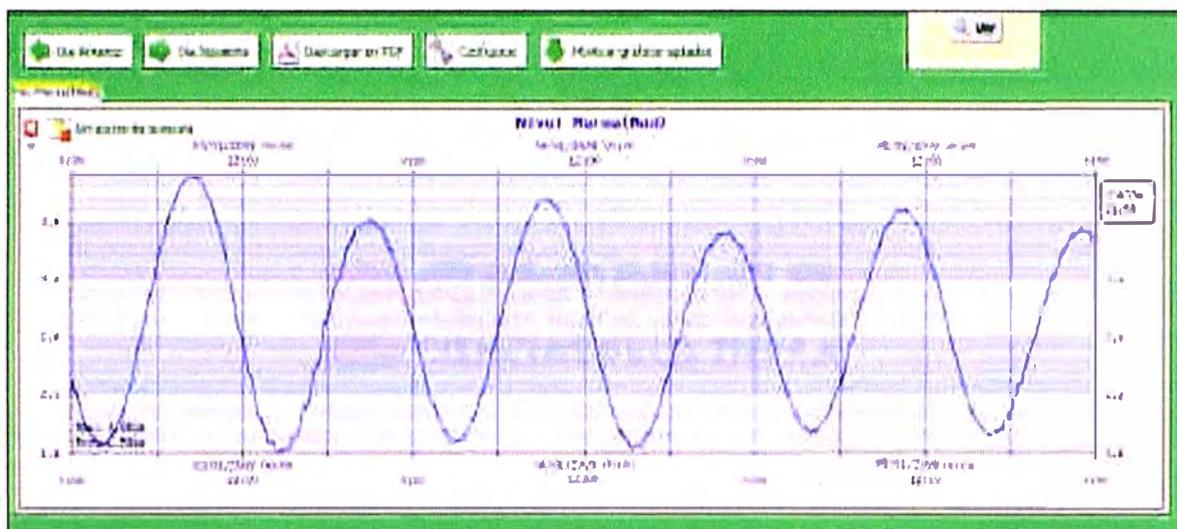
Cuando la estación base recepcione los datos de sus estaciones remotas ya sea en ACCESS o SQL, mediante el software adecuado se podrá exportar ficheros ASCII, XML, o binarios, a fin de permitir su procesamiento posterior, los datos del nivel de las mareas ya promediados procedentes del mareógrafo, junto con los relativos, la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) podrá proceder a difundir los datos en Internet (Fig. 3.6) para información general a los buques y embarcaciones, facilitando de este modo, las maniobras de atraque, salida, etc.

#### **3.5 Instalación del mareógrafo**

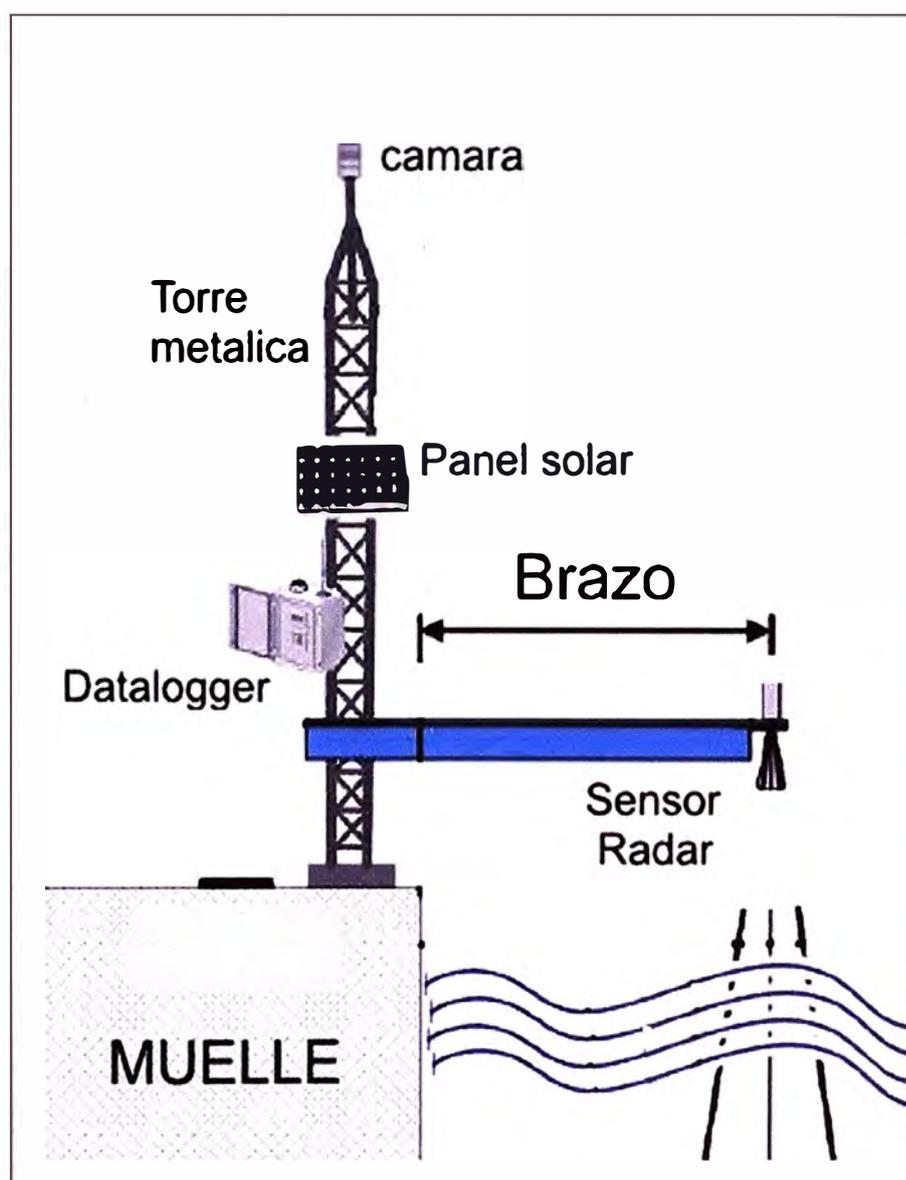
La instalación del mareógrafo no es complicada, ya que no necesita realizar trabajos submarinos o delicadas tareas de ajuste. Una vez seleccionado el emplazamiento del mareógrafo, en un lugar adecuado del puerto, se debe anclar al muelle una estructura tipo torreta en el cual llevara un brazo y se colocara el sensor radar en el extremo, y su antena cónica será orientada hacia el agua posición vertical debe tenerse en cuenta la altura adecuada para el pleamar inclusive la agitación del mar (Fig. 3.7).

Este transductor radar se debe conectar, mediante su cable de aproximadamente 8 metros a la Unidad de Adquisición y Transmisión de los datos, según el diseño se colocara a una altura prudente en la torreta. Este conjunto, transductor radar, constituye un juego de dos elementos compactos, actualmente se nos ha enviado un equipo de prueba por parte de la empresa española el cual conforma el sensor tipo radar, la unidad de adquisición y transmisión de datos manuales de uso, una cámara separada, las torretas, el brazo, cables de conexión no se dispone aun del MODEM satelital ya que es un presupuesto aparte

Se debe tener en cuenta que la programación para la instalación de estos equipos es a mediados del 2010 en reemplazo de estaciones convencionales a lo largo de nuestro litoral es por esto que aun no se tiene datos reales solo se esta analizando en laboratorio el software instalación para la programación de la unidad de adquisición de datos, y se utilizara el sensor radar para observar el comportamiento y análisis en laboratorio de las instalaciones de Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) Callao, cabe resaltar la estación ubicada en el Callao será la primera en ser instalada este nuevo sistema mareógrafo para el próximo mes dependiendo de las autoridades navales. Los datos realizados para este proyecto está basado en la información administrada.



**Fig. 3.6** Procesamientos de los datos obtenidos sobre el nivel del mar



**Fig. 3.7;** Forma de instalación en el muelle

### 3.6 Estimación Costos y Tiempos

Para la elaboración de este proyecto que consiste en el cambio tecnológico de las estaciones convencionales debo decir que una herramienta muy importante es el Internet en el cual me ayudo a realizar la primera tarea : buscar y seleccionar aquel fabricante de equipos mareógraficos en el mercado actual, basándome en la ventajas y desventajas de los diferentes tipos de sensores según su principio de funcionamiento y escogiendo la que mejor se adecue al propósito y tipo de trabajo a realizar ,pues no se trata simplemente de comprar cualquier sensor de nivel que registre un determinado nivel; sino que tiene que haber todo un desarrollo tanto a nivel del hardware y de software para que se efectúe el procesamiento , gestión de tablas, alertas, aplicativos y demás aspectos vinculados a la aplicación marítima, por lo que se escogió como una buena alternativa la empresa fabricante “GEONICA” de origen español la cual a comparación de otras marcas que también son buenas, tanto americanas como alemanas resulto la de mejor alternativa tanto a nivel técnico como económico para nuestro propósito específico, este proyecto de actualización de la red mareográfica nacional estaba ya definido hace un par de años atrás es así que a inicios del año 2009 se dio el respectivo comienzo , efectuándose los estudios de mercado respectivos obteniendo diferentes opciones a inicios del año por parte de la empresa española que consistía en los siguientes ítems descritos mas adelante. Es decir la red mareográfica nacional quedara conformado con sensores de nivel tipo radar (26 ghz) de muy alta precisión y estabilidad con transmisión de datos e imágenes vía GPRS hasta una estación central , en el cual la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) gestionara estos datos.

El costo aproximado de 10 mil euros cada uno (ver tabla 3.2). Esto no es muy elevado teniendo en cuenta que posee mas propiedades técnicas la cuales lo hace la diferencia sobre otros equipos de diferentes empresas, la instalación es sencilla ya que no necesita realizar trabajos submarinos o delicadas tareas de ajuste, teniendo en cuenta que vamos a utilizar la infraestructura de las estaciones mareográficas mecánicas existentes este será también una reducción de costo para el presupuesto general.

Actualmente se tiene un equipo de prueba para que se puedan hacer mediciones en laboratorio, a mediados del próximo año se podrán implementar y realizar el cambio progresivo de los equipos mecánicos por los equipos automáticos el cual tendrá un plazo de ejecución de seis meses hasta tener todo el sistema completo de la nueva red Mareográfica Nacional aproximadamente para fines del 2010.

**Tabla 3.2;** Relación de Precios Detallados de componentes de la red mareográfica

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio unitario Euros</b>	<b>Precio Total Euros</b>
8	Unidad de Adquisición y Transmisión de Datos modelo 2000C-3000C, incluye: Sensor de Nivel de Agua tipo Radar	5308	42464
8	Modem "GPRS-IP"	495	3960
8	Panel Solar de 35 W modelo A-38	450	3600
8	Estructura soporte para panel solar modelo E-1	60	480
8	Torreta metálica de 3 m en acero galvanizado con recubrimiento de pintura especial para protección en ambientes marinos	280	2240
8	Brazo ajustable de acero inoxidable para montaje en torreta y para soporte del sensor Radar de nivel	190	1520
8	Cable de interconexión de 10 m adicional para conectar el sensor Radar de nivel con la Unidad electrónica Modelo 2000C-3000C	71	568
8	Opción "Digicam" , Cámara Digital para captación y transmisión secuencial de imágenes	1390	11120
1	Software para gestión de las comunicaciones y de la estación central: Teletrans-W3K, Datagraph-W3K	2100	2100
1	Servidor de comunicaciones y Análisis de Datos (opcional)	1700	1700
1	Estación de Trabajo (opcional)	1700	1700
		<b>13744</b>	<b>71452</b>

## CONCLUSIONES

Las Nuevas Estaciones mareográficas se instalarán aprovechando en todo lo posible la ubicación y infraestructura de los mareógrafos mecánicos convencionales. Estos registros recopilados nos ayudan a elaborar una Tabla de Mareas de la Dirección de Hidrografía y Navegación el cual se utiliza:

- Determinación de los planos de referencia, delimitación de los terrenos ribereños para el establecimiento de linderos y el diseño de estructuras en zonas costeras así como la demarcación de los límites jurisdiccionales marítimos.
- Realización de trabajos de reducción de sondajes relacionados con corrientes de marea y su correlación con las fases lunares.
- El fenómeno de la marea puede ser una ayuda o un inconveniente para el navegante el ascenso y descenso de las aguas en cierto momento puede facilitar la profundidad suficiente para atravesar una barrera o puede impedir la entrada o salida de un puerto.
- Esta información es aprovechada por los pescadores que hacen uso de la zona intermareal, para sacar cómodamente las algas y mariscos que quedan descubiertos en las zonas costeras.
- Para los científicos y pescadores, las mareas son indicadores del comportamiento de muchos animales acuáticos (periodos de alimentación reproducción etc.).
- También nos ayudan a determinar las manifestaciones de olajes irregulares o bravezas del mar, más aun la detección de tsunamis el cual contará un sistema alerta temprana.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. <http://www.goes.noaa.gov/>
2. “Sensores y acondicionadores de señal ” autor Ramón Pallás Areny
3. Tabla De Mareas 2008 de la Dirección de Hidrografía y Navegación
4. <http://www.geonica.com>
5. <http://www.dhn.mil.pe/index.asp?pag=senalizacion>
6. <http://www.clima.edu.ar/app/Nooa.asp>
7. <http://www.electronicaestudio.com/sensores.htm>
8. <http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/sensores/>
9. <http://www.puertos.es/externo/clima/Mareas/index.htm>
10. [http://www.sutron.com/project\\_solutions/meteorologicalapplications.htm](http://www.sutron.com/project_solutions/meteorologicalapplications.htm)
11. <http://www.vaisala.com/weather/products.html>
12. <http://www.geonica.com/prod/125/188/Productos/Estaciones-Meteorológicas-Automáticas/index.html>
13. <http://www.hidrovia-sa.com.ar/sitio>