



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“RED DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS AUTOMÁTICAS  
CON TELEMETRÍA SATELITAL”**

TRABAJO DE TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO

PRESENTA:

VILLAR VELÁZQUEZ GREGORIO MISAEL



Director: Ing. Gloria Mata Hernández

Aval: Ing. Carlos Leyva Ibarra

Ciudad Universitaria, 2012

## AGRADECIMIENTOS

Como testimonio de mi agradecimiento y el gran amor que siento hacia MIS PADRES, Xochitl Velázquez Martínez y Gregorio Villar Guerrero, porque con su esfuerzo, cariño y ejemplo me inculcaron los valores, la vocación y el tesón para conseguir mis objetivos. Porque ni con todas las riquezas del mundo podre pagar lo que han hecho por mí y porque estoy orgullosos de ustedes. Por lo que soy y por todo el tiempo que dedicaron para mí, MIL GRACIAS.

Gracias A MIS HERMANOS por marcar la pauta, por mostrarme el camino correcto que lleva a la superación profesional y personal. Porque de sus errores aprendí y de sus logros me enorgullezco.

A toda MI FAMILIA porque son los cimientos para la formación de mi persona, porque siempre están en los momentos difíciles y porque su apoyo y palabras de aliento me dan valor. Quisiera mencionar a todos, abuelos, tíos, primos, pero no bastaría el papel ni las palabras para agradecerles.

Parte de este agradecimiento es para las personas que ajenas a mi familia, me dieron la oportunidad de compartir momentos con ellos, que me apoyaron y me brindaron su cariño y amistad. Que caminaron o caminan junto a mí, mientras conseguimos nuestros objetivos. Por lo que somos o por lo que fuimos, quiero que sepan que siempre formaran parte importante de mi vida. Porque sin nombrarlos saben a quién me refiero, GRACIAS AMIGOS.

A mis PROFESORES, por su vocación de enseñanza y los valiosos conocimientos que compartieron conmigo. A la ingeniera Gloria Mata H. por su confianza, tiempo, asesoría y apoyo para el cumplimiento de esta meta.

Y naturalmente un agradecimiento y reconocimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México "UNAM" por el orgullo que representa formar parte de esta institución, por la vocación para formar profesionales responsables y con valores. Y por el tesón para seguir luchando por la educación en busca del progreso.

A todos ustedes...

*Gracias*

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes del proyecto .....	1
1.2 Justificación del Proyecto.....	2
<b>2. OBJETIVO DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
2.1 Alcances.....	3
<b>3. DESARROLLO.....</b>	<b>4</b>
3.1 Planeación y logística del proyecto .....	4
3.1.1 Análisis y comparativo de los sensores de nivel .....	4
3.1.2 Ubicación de las estaciones.....	9
3.1.3 Análisis y planeación de la infraestructura en los sitios.....	15
3.2 Diseño e integración de las EHAs .....	26
3.2.1 Sistema de Adquisición y Almacenamiento de Datos .....	27
3.2.2 Sistema de Telemetría Satelital.....	30
3.2.3 Sistema de Suministro de Energía.....	32
3.2.4 Sistema de Protecciones Eléctricas .....	33
3.2.5 Sistema de Montaje .....	34
3.2.6 Integración de los componentes de las EHAs .....	36
3.2.7 Protocolo de comunicación SDI-12 .....	43
3.3 Flujo de Información y Datos .....	44
3.3.1 Telemetría Satelital GOES .....	45
3.3.2 Recuperación de los Datos Transmitidos .....	47
3.3.3 Software de recuperación y manejo de datos .....	47
3.4 Instalación y puesta en marcha de la Red.....	50

<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>71</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>Bibliografía y Referencias.....</b>	<b>78</b>
<b>Glosario.....</b>	<b>79</b>
<b>Apéndice A.....</b>	<b>80</b>
<b>Apéndice B.....</b>	<b>82</b>
<b>Apéndice C.....</b>	<b>95</b>

## PRÓLOGO

En el presente trabajo se realiza la descripción cualitativa y técnica de las etapas que conforman el desarrollo del proyecto de “Red de Estaciones Hidrométricas Automáticas con en Telemetría Satelital” para el sistema Cutzamala, haciendo énfasis en la instrumentación de las estaciones hidrométricas, ya que es en esta área en donde he tenido una participación activa y por ende en donde he adquirido la mayor experiencia profesional.

Una Estación Hidrométrica Automática (EHA) es un sistema conformado por un conjunto de equipos electrónicos, destinados a la medición, almacenamiento, procesamiento y transmisión de datos hidrométricos. Estos equipos son de alta tecnología y están diseñados para trabajar bajo condiciones extremas que pudieran presentarse en los sitios de instalación.

Las Estaciones Hidrométricas Automáticas miden, procesan, almacenan y transmiten paquetes de datos, por medio de telemetría satelital GOES (Geostationary OperationalEnvironmentalSatellite), esto es, cada estación cuenta con un transmisor satelital y una antena YAGI para el envío de datos y una antena GPS para el geoposicionamiento. Los datos medidos se envían cada hora al satélite y este los retransmite a todas las estaciones terrenas tipo DRGS (Direct Reading GroundStation) que puedan recibir datos del satélite. Una vez que los datos se encuentran almacenados en los servidores de las Estaciones Terrenas de Lectura Directa pueden ser recuperados por el usuario, la Red de EHA incluye también un sistema de software para la recuperación, almacenamiento, distribución y procesamiento de datos así como para la configuración de las estaciones de la red.

Para implementar la red automática de instrumentación para la medición hidrométrica del sistema Cutzamala es necesario considerar la importancia que tienen los sitios en donde se realizan estas mediciones y tener en cuenta la importancia misma que representa el sistema para el suministro de agua potable al Valle de México. El Sistema Cutzamala es un sistema hidráulico para el suministro de agua para la población del Valle de México, los aportes del sistema Cutzamala son de gran importancia ya que representa alrededor del 30% del agua que se consume en la Ciudad de México, es por esto que resulta sumamente importante contar con un monitoreo fiable de los niveles que prevalecen tanto en sus ríos como en la presa Valle de Bravo que es la de mayor capacidad dentro de la cuenca.

El proyecto se divide en etapas sucesivas, que garantizan una correcta ejecución y el cumplimiento cabal del objetivo, esto es:

- Objetivos y alcances del proyecto
- Planeación y logística del proyecto
- Diseño e integración de las EHAs
- Flujo de información y datos
- Instalación y puesta en marcha de la Red
- Resultados y cierre

Una vez que se conozca la importancia, los datos y antecedentes del sistema hídrico se definen los objetivos y alcances del proyecto.

Para arrancar con el desarrollo del proyecto es indispensable en primera instancia formular un plan de acción sustentado en el análisis de los sitios y las necesidades particulares de cada uno; de esta forma es posible entonces definir y diseñar la mejor solución en cuanto a la instrumentación hidrométrica.

Cuando ya se ha diseñado y definido la composición de la estación se procede a integrarla y armarla, en esta etapa se ensamblan dentro de un gabinete todos los equipos y se conectan, además se preparan todos los sensores y accesorios necesarios para la instalación en campo.

Una vez que se ha finalizado con la etapa de diseño e integración, el siguiente paso es llevar a cabo la instalación en campo de las Estaciones Hidrométricas Automáticas, durante esta etapa es muy importante determinar la logística en cuanto a tiempos y recursos, para que el proyecto se complete de manera eficiente.

Por último se calibran y ponen en marcha las EHAs, para que queden funcionando correctamente, esto es importante para tener certeza de que los datos son precisos y confiables y de que los mensajes se transmiten correctamente y sin pérdidas.

Con la realización del proyecto de Red de Estaciones Hidrométricas Automáticas con Telemetría Satelital se busca dar una solución eficiente y de alta tecnología, acorde con las exigencias y la importancia que representa el análisis hidrométrico en el país y en particular en el Sistema Cutzamala.

# RED DE ESTACIONES HIDROMETRICAS AUTOMATICAS CON TELEMETRIA SATELITAL

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes del proyecto

El Sistema Cutzamala es un sistema hidráulico de almacenamiento, conducción, potabilización y distribución de agua dulce para la población e industria del Distrito Federal y del Estado de México. Siendo considerada una de las mayores obras de ingeniería civil en el país, el sistema tiene una longitud de 218 km de acueductos por tubería metálica y de concreto, 43.9 km de túneles y 72.5 km de canales abiertos que tienen que sobrepasar una altura de 1100 metros desde su punto más bajo al más alto.

El sistema está conformado por siete presas principales con una capacidad de almacenamiento total de 782.5 Mm<sup>3</sup>, siendo la de Valle de Bravo la mayor (394.4 Mm<sup>3</sup>), una planta potabilizadora con capacidad de 19 m<sup>3</sup>/s y seis grandes plantas de bombeo, que en total tienen una capacidad de mil caballos de fuerza.

Los aportes del sistema Cutzamala son de gran importancia en términos del abastecimiento hidráulico para la Cuenca del Valle de México, ya que representa alrededor del 30% del agua que se consume en la Ciudad de México; 5 m<sup>3</sup>/s de agua provienen del Lerma, mientras 15 m<sup>3</sup>/s provienen del Cutzamala y 42 m<sup>3</sup>/s se obtienen a partir de los pozos del Valle de México. Teniendo una oferta actual total de 62 m<sup>3</sup>/s, contra una demanda de 72 m<sup>3</sup>/s.

La escasez del recurso agua potable es notoria, debido entre otros aspectos a que su disponibilidad está limitada a lugares muy complejos para su extracción, lo que ha provocado la sobreexplotación de los acuíferos de la región, así como de la necesidad de importar grandes volúmenes de agua de otras cuencas.

Como puede observarse en las cifras mencionadas, en la cuenca del Valle de México los acuíferos se encuentran en una condición de sobreexplotación, por lo tanto no existe posibilidad de incrementar las extracciones, por el contrario, se deben de reducir las existentes a fin de obtener el equilibrio de los acuíferos de la subregión.

## CROQUIS DEL SISTEMA CUTZAMALA

AGUA.org.mx  
Centro Virtual de Información del Agua

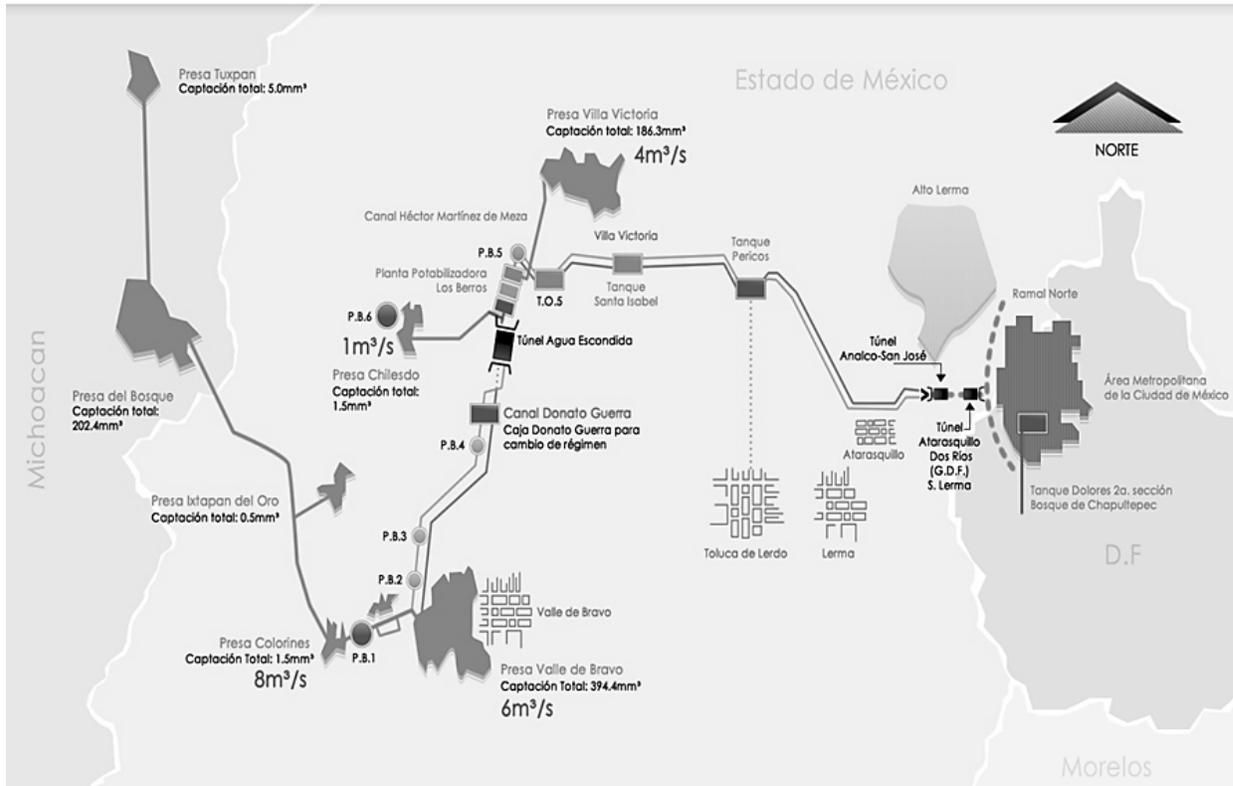


Figura 1. Croquis del sistema Cutzamala

### 1.2 Justificación del Proyecto

Como parte de la modernización de la instrumentación hidrométrica convencional relativa a los aportes de las presas del sistema Cutzamala Valle de Bravo, Villa Victoria y el Bosque, se implementó el proyecto de instrumentación con tecnología de punta de 6 estaciones hidrométricas automáticas (EHAs) con telemetría satelital GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite). Las estaciones están distribuidas estratégicamente en los principales ríos, corrientes y presas de la cuenca y aportarán datos de vital importancia para el sistema.

La función principal de la red es monitorear en tiempo real las variaciones importantes en los niveles de los ríos de la cuenca y en la presa Valle de Bravo, que tengan relevancia para el sistema Cutzamala o presenten algún riesgo para la capacidad del mismo. La trascendencia de la red de estaciones hidrométricas reside en el monitoreo y control estricto que se debe tener en el abastecimiento hidráulico del sistema.

Así mismo, las mediciones de nivel adquiridas se conjuntan con una serie de datos relacionados con la sección del río, que posteriormente pasan por un procesamiento de datos para poder determinar el gasto en estos cauces.

El cálculo del gasto en estos ríos se determina mediante vertedores, esto es, en cada uno de los ríos existe una sección bien definida, con una geometría específica mediante la cual se puede obtener una relación entre el nivel del río y la geometría del vertedor para así determinar el volumen de agua que circula por unidad de tiempo, también denominado gasto.

## **2. OBJETIVO DEL PROYECTO**

El desarrollo, integración e implementación de este proyecto responde al objetivo fundamental de contribuir a dar soluciones viables, eficientes, oportunas y acordes con el avance tecnológico, a la compleja problemática que plantea la medición de nivel y el cálculo del gasto en ríos, siendo en este caso específico en los aportes a las presas del sistema Cutzamala y en la presa Valle de Bravo.

En el presente trabajo se describe el proyecto en sus diferentes etapas de una Red de Estaciones Hidrométricas Automáticas (EHAs) con Telemetría Satelital, para el Sistema Cutzamala, haciendo énfasis en la instrumentación de las estaciones hidrométricas, ya que es en esta área en donde he tenido una participación activa y por ende en donde he adquirido la mayor experiencia profesional.

Por su eficiencia y desempeño se puede considerar que la red de estaciones hidrométricas descrita en este trabajo, representa una de las mejores soluciones de las que actualmente se pueden disponer relativa a la instrumentación para la medición de nivel de los ríos y presas con telemetría.

### **2.1 Alcances**

Dentro de los alcances del proyecto se encuentra el diseñar, integrar, instalar y poner en marcha el sistema de instrumentación y la infraestructura de 6 estaciones hidrométricas automáticas, que operen midiendo, procesando, almacenando y transmitiendo los mensajes de datos periódicamente, mediante telemetría satelital GOES. Así como proporcionar herramientas de software para la recepción, almacenamiento, análisis y publicación de datos.

De esta forma se busca dar una solución eficiente y de altatecnología, acorde con las exigencias y la importancia que representa el análisis hidrométrico en el país y en particular en el Sistema Cutzamala.

### **3. DESARROLLO**

Para cubrir las necesidades de este proyecto se instalaron 6 Estaciones Hidrométricas Automáticas que por su composición y ubicación cumplen íntegramente con la tarea de monitorear los niveles en los aportes a las presas del sistema Cutzamala; Valle de Bravo, Villa Victoria y el Bosque.

El proyecto está dividido en una serie de etapas sucesivas, necesarias para la correcta ejecución del mismo, estas etapas son de suma importancia en lo individual ya que en cada una se alcanza un avance significativo en la ejecución del proyecto y también en conjunto por que se suman para ensamblar los sistemas que permitan el correcto funcionamiento de la red de EHAs.

Las etapas que conforman el desarrollo del proyecto son:

- Planeación y logística del proyecto.
- Diseño e Integración de las Estaciones Hidrométricas Automáticas.
- Flujo de información y datos.
- Instalación y puesta en marcha de las EHAs.

#### **3.1 Planeación y logística del proyecto**

Como primera etapa es necesario llevar a cabo un plan íntegro para el desarrollo del proyecto con base en la información recolectada y las especificaciones para la red.

##### **3.1.1 Análisis y comparativo de los sensores de nivel**

La elección del sensor para medir el nivel del agua es muy importante para garantizar mediciones fiables y precisas. Según sean las condiciones del sitio, la infraestructura disponible y los requerimientos solicitados se eligió el sensor indicado para la aplicación, en este apartado se presenta la comparativa entre los distintos tipos de sensores electrónicos para las mediciones de nivel de agua.

➤ Sensor de nivel tipo: Principio de Burbujeo

El sensor CBS trabaja en base al principio de burbujeo, una bomba compacta e interna genera la presión de burbujeo precisa para el procedimiento de medición. El aire comprimido producido por el pistón de la bomba fluye a través del tubo de medición y de la cámara de burbujeo que está colocada dentro del agua. La presión creada en el tubo de medición es directamente proporcional a la columna de agua que está por encima de la cámara de burbujeo. El CBS determina la presión barométrica y la presión de la burbuja y haciendo una diferencia entre las dos señales calcula la altura del nivel de agua.



Principio de operación

Los fluidos son sustancias que presentan una gran movilidad entre sus partes, no tienen rigidez, ya que cambian de forma por efectos de fuerzas tangenciales pequeñas y esto se manifiesta por su capacidad de fluir.

La presión de los fluidos puede ser absoluta o manométrica. En el primer caso, se tiene una presión referida a la presión cero en el vacío. La presión manométrica indica la diferencia entre la presión de un punto determinado del fluido y la presión atmosférica. Tanto la presión absoluta ( $P_{abs}$ ) como la presión manométrica ( $P_m$ ) cambian linealmente con la profundidad ( $h$ ) en los líquidos. Estas se relacionan así:

$$P_{abs} = P_{atm} + P_m \dots (1) \quad ; \quad P = \rho gh \dots (2)$$

Donde  $P_{atm}$  es la presión atmosférica en ese lugar.

Para la ecuación (2) de la presión hidrostática:  $P$  es la presión hidrostática,  $\rho$  es la densidad del líquido y  $g$  es la aceleración de la gravedad, ambas consideradas constantes, por lo tanto una de las propiedades de los fluidos es que dos puntos en un mismo líquido y a la misma profundidad tienen la misma presión.

➤ Sensor de nivel tipo: Sonda Manométrica

La presión de agua en un punto determinado de una columna de agua es proporcional a la altura de la columna de agua sobre ese punto. Este es el principio que utiliza la sonda manométrica "PLS".

La sonda manométrica PLS sirve para medir con precisión el nivel de aguas subterráneas y superficiales. Para ello, la sonda determina la presión hidrostática de la columna de agua con una célula de medición de presión capacitiva de cerámica. Un sistema electrónico conectado a la célula mide el cambio capacitivo y transmite el valor de medición al controlador integrado, este obtiene del valor medido, la presión hidrostática y calcula el nivel de agua correspondiente. Para que la presión atmosférica que actúa desde el exterior sobre la superficie del agua no falsee la medición, existe un fino capilar de compensación en el cable de la sonda.



#### Principio de operación

Este principio está basado en la medición de la capacidad (capacitancia) de un condensador que varía en función de la distancia de separación entre las placas que lo conforman. La capacidad de un condensador de dos placas puede expresarse por la siguiente ecuación:

$$C = \varepsilon \frac{A}{d}$$

Dónde:

C=Capacitancia

A=área de las placas

D=distancia entre las placas

$\varepsilon$  =constante dieléctrica del material

El principio de la medición capacitiva se realiza mediante un cuerpo base cuya membrana metálica, constituye una de las placas del condensador. La deformación de la membrana, inducida por la presión, reduce la distancia entre las dos placas con el efecto de un aumento de la capacidad, manteniendo igual la superficie y la constante dieléctrica.

Este sistema permite la medición de presión con elevada sensibilidad y por lo tanto la medición de rangos muy bajos hasta unos pocos milibar. Dado que la membrana permite una deformación máxima hasta apoyarse a la placa estática resulta una elevada seguridad contra sobrecarga. Las limitaciones prácticas están determinadas por el material y las características de la membrana y las técnicas de unión y sellado.

➤ Sensor de nivel tipo: Radar

El sensor de nivel de tipo radar RLS (Radar Level Sensor) es un sensor para la medición de nivel de aguas superficiales sin tener contacto físico con el agua. El sensor utiliza la tecnología de radar por impulsos para determinar el nivel. La antena emisora envía breves impulsos, la antena receptora recibe estos impulsos reflejados en la superficie del agua, a partir del tiempo que tarda los impulsos en ser recibidos y con la ayuda de una ecuación de calibración se determina el nivel del agua. Este método de medición sin contacto físico con el agua y con un bajo consumo de energía permite que el sensor opere sin influencias externas como la temperatura y la contaminación del agua asegurando mediciones muy exactas.



#### Principio de operación

La tecnología de radar para la medición de nivel, se basa en la medición del tiempo requerido por pulsos electromagnéticos para recorrer la distancia desde el sensor hasta la superficie del líquido y volver al mismo. Un sensor de radar instalado por encima del agua a ser medida, emite un tren de pulsos electromagnéticos y recibe los ecos reflejados por la superficie. La electrónica inteligente procesa la señal recibida, midiendo el tiempo de tránsito (tiempo total entre la emisión y el retorno del pulso) y calculando con este dato la distancia entre el sensor y la superficie del agua.

La distancia se calcula usando la ecuación:

$$D = C \frac{Tt}{2}$$

Donde:

**D**=distancia del sensor a la superficie del agua

**Tt**=tiempo de tránsito

**C**=velocidad de propagación de la onda (velocidad de la luz)

➤ Sensor de nivel tipo: Codificador Angular

El codificador angular SE-200 accionado por flotador sirve para medir continuamente el nivel de las aguas subterráneas y superficiales.

El cable del flotador, dotado de un contrapeso, transmite el cambio de nivel del agua a la rueda del flotador del SE-200. La polea es desplazada mediante el cable, el movimiento giratorio así producido se transforma en una señal eléctrica, el valor medido es calculado y transmitido vía interfaz SDI 12 o 4...20 mA.



### Principio de operación

Un codificador angular de posición (en inglés encoder) es un sistema electromecánico que permite conocer en cada instante la posición angular de cualquier eje que gire acoplado mecánicamente a dicho codificador o la posición lineal en el caso de que sea puesto en funcionamiento como una polea. Existe una gran variedad de tipos de codificadores angulares en función de la electrónica que utilizan para transformar el movimiento mecánico en una señal eléctrica. A continuación se describen los dos principios de funcionamiento más básicos de estos sensores.

#### Potenciómetros

Dentro de un potenciómetro normal encontraremos un anillo circular de material resistivo (resistor). Sobre el eje del potenciómetro hay un contacto que gira, deslizándose sobre este material resistivo. La resistencia eléctrica entre un extremo del anillo y el contacto es proporcional a la posición angular del eje.

Si se aplica un voltaje entre los extremos del resistor del potenciómetro, el voltaje en el contacto varía en relación directa con la posición angular del eje. Este voltaje se puede ingresar a un convertidor analógico-digital (A/D) para obtener el valor digital de la posición angular.

#### Codificador óptico

Un codificador óptico de rotación está formado por un disco con ranuras radiales ubicadas por lo general muy juntas en toda su circunferencia, o con líneas alternadas en color claro y oscuro, que giran frente a un fotosensor (o un conjunto de éstos, para más precisión), generando un pulso por cada ranura o cambio de color. Un circuito lleva la cuenta de los pulsos, con lo que se puede conocer tanto el ángulo que se ha avanzado como la velocidad de giro (midiendo el tiempo entre pulsos). Estos codificadores son baratos pero no ofrecen una posición absoluta (como el potenciómetro), ya que el disco es igual en toda su circunferencia y no hay manera de saber dónde está ubicado el eje.

A partir de los datos proporcionados por las visitas previas y en función del análisis realizado a los diferentes tipos de sensores de nivel, se eligió el sensor que representara la mejor alternativa para cada sitio. Dadas sus características técnicas, su principio de medición, las condiciones para su funcionamiento y las condiciones e infraestructura que presentan los sitios se determinó que para las 5 EHAs en pasarela se instalaran sensores de nivel tipo codificador angular SE-200 y para la estación en la presa se utilizó un sensor de nivel tipo radar RLS.

### **3.1.2 Ubicación de las estaciones.**

En un principio se definieron los sitios donde se realizó la instalación en función de la importancia que estos puntos tienen para el monitoreo de la cuenca. En este proyecto los sitios de instalación coincidieron con los lugares donde antiguamente se tenían funcionando estaciones hidrométricas convencionales. Esto debido a que en visitas de inspección a los sitios se determinó que estos son lugares óptimos y que cumplen con las expectativas del proyecto.

En la figura 2 se muestra la imagen satelital de la zona en la que se instaló la red de EHAs indicando los sitios de instalación y la base de operaciones que es el municipio de Valle de Bravo. Las 6 EHAs son identificadas con los siguientes nombres:

- Presa Valle de Bravo
- El Salto
- Santa Mónica
- El Molino
- Vertedor González
- El Carrizal

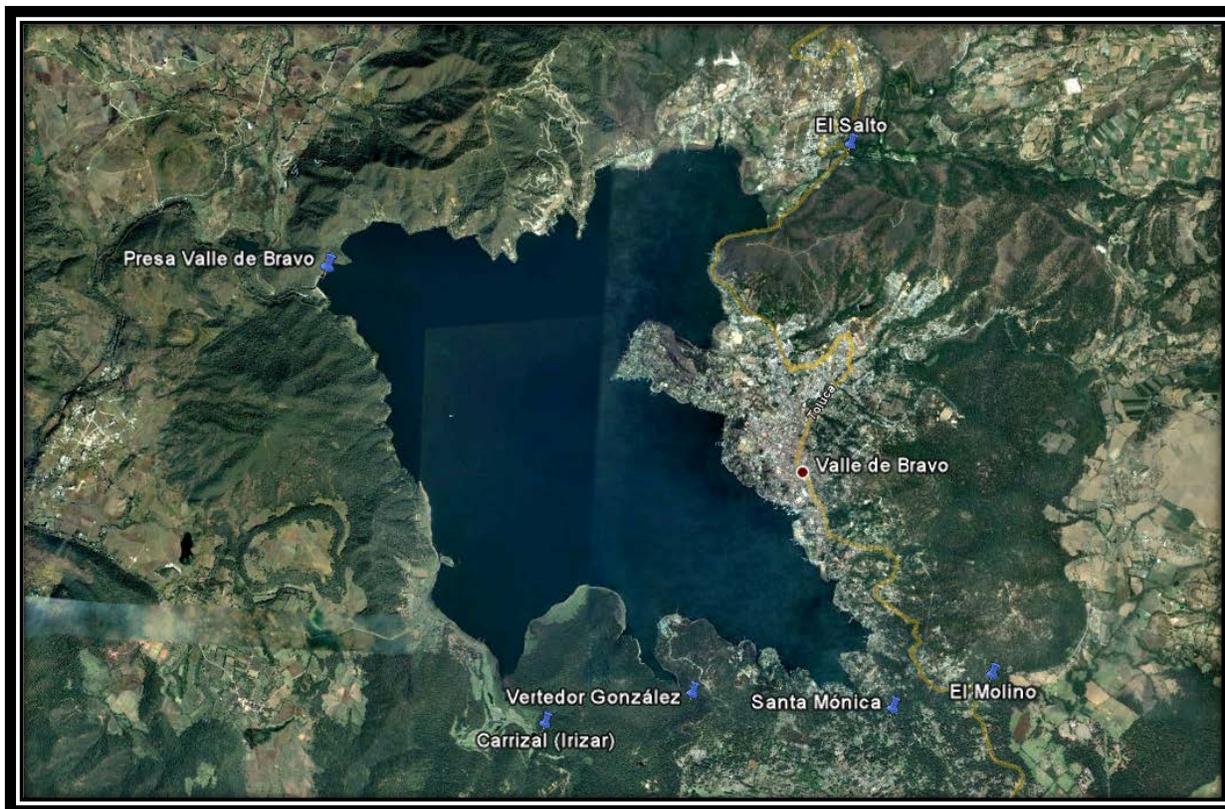


Figura 2. Imagen satelital de la ubicación de las estaciones

En la Tabla 1 se muestra un listado con datos acerca la ubicación de las estaciones instaladas.

No.	Estación	Municipio	Estado	Lugar de medición	Tipo de Estación	LatitudNorte	LongitudOeste	Altitudmsn m
1	Presa Valle de Bravo	Valle de Bravo	Edo. de México	Presa Valle de Bravo	Hidrométrica	19°12'31.72"	100°10'49.17"	1794
2	El Salto	Valle de Bravo	Edo. de México	Rio Amanalco	Hidrométrica	19°13'23.83"	100° 7'39.47"	1805
3	Santa Mónica	Valle de Bravo	Edo. de México	Rio la Yerbabuena	Hidrométrica	19°10'9.90"	100° 7'14.00"	1885
4	Vertedor González	Valle de Bravo	Edo. de México	Rio San Diego	Hidrométrica	19°10'11.40"	100° 8'27.30"	1860
5	El Molino	Valle de Bravo	Edo. de México	Rio los hoyos	Hidrométrica	19°10'25.03"	100° 6'37.75"	1984
6	El Carrizal	Valle de Bravo	Edo. de México	Rio Carrizal	Hidrométrica	19° 9'57.48"	100° 9'20.20"	1790

Tabla 1. Datos de ubicación de las estaciones

En general los sitios en donde se instaló la red ya estaban habilitados para mediciones hidrométricas. La infraestructura con la que cuentan es una pasarela de concreto que da a los ríos y es ahí donde se llevan a cabo las mediciones, también incluye un tubo de aquietamiento, así como una caseta de protección para los equipos. Estas condiciones se presentan en todos los sitios

excepto en la Presa de Valle de Bravo, en donde se tomaron consideraciones especiales para la instalación, que más adelante serán descritas.

El tubo de aquietamiento es una estructura necesaria para el montaje del sensor de nivel, la función de este tubo es proporcionar una sección o abertura hacia el río por medio de la cual el sensor tendrá contacto con el agua, además de que la estructura disminuye el oleaje o turbulencia en el río que pudieran afectar las mediciones de nivel.

Según los requerimientos se instalaron 5 estaciones en pasarela de concreto y una se colocó en la obra de toma de la Presa Valle de Bravo.

Para poder llevar a cabo el diseño óptimo de las EHA es necesario recolectar en una visita previa una serie de datos, que proporcionan información específica y relevante de cada sitio de instalación, estos datos son de gran importancia para el proyecto porque tienen la finalidad de apoyar la toma de decisiones para el diseño y selección de la infraestructura y equipos adecuados para los requerimientos del proyecto; además son útiles para conocer las condiciones que prevalecen en el sitio de instalación y de esta forma considerar materiales, maquinaria e incluso los posibles riesgos que se pudiera correr durante la instalación.

A continuación se presenta como ejemplo, un "Informe de visita previa" para una de las estaciones.

Los datos que se incluyen en el informe están divididos en los siguientes apartados:

- Información del Sitio de Instalación
- Información relevante para la instalación de la EHA
- Información relevante para la instalación del Sensor de Nivel
- Mapa del sitio y fotografías de referencia.

Las fichas de visita previa completas para las 6 estaciones se pueden consultar en el apéndice B.

## Informe de Visita Previa a los Sitios de Instalación

Número y nombre de la estación		1.- PRESA VALLE DE BRAVO			
Tipo de estación	Hidrométrica	Cliente	CONAGUA-OCAVM		
Fecha de visita	10/06/2010	Hora Inicio	17:30	Hora Fin	18:20
<b>A.- Sitio de Instalación</b>					
Estado	De México	Municipio	Valle de Bravo	Población Cercana	Valle de Bravo
Latitud Norte	19°12'31.72"	Longitud Oeste	100°10'49.17"	Elevación	1794 msnm
Base operaciones	Valle de Bravo	Distancia desde base	5 km	Carretera principal	Toluca-Valle
<b>Breve descripción de acceso</b>					
En la ciudad de Valle de Bravo se toma la carretera hacia la localidad de Colorines y justo sobre la cortina de la presa de Valle de Bravo, se encuentra la obra de toma donde se instalarán los equipos de la nueva estación hidrométrica automática con telemetría GOES marca OTT.					
<b>B.- Instalación de la estación automática</b>					
Lugar de Instalación	Obra de toma de la presa		Se instala sist. pararrayos	No	
Dimensión malla de protección (m)	N/A		Existe estación convencional	Si	
Línea de vista al satélite GOES	Si		Antigüedad de estación	No se cuenta con el registro	
Línea de vista al sensor de Nivel	Si		El agua inunda la estación	No	
Existe posible vandalismo	No		Posibles riesgos de seguridad	Tránsito vehicular	
Hay vigilancia continua	Si		Tipo de acceso a la estación	Directo/Se entra por la puerta de acceso a la Obra de Toma	
Altura de la estructura (m)	18 m aprox.		Existe cobertura celular	Si	
<b>C.- Instalación del sensor de nivel</b>					
Embalse en donde mide	Presa Valle de Bravo	Altura aprox. de la estructura al lecho	18.0 m		
Sensor de nivel suministrado	OTT RLS	Accesorio para montaje	Brazo Tipo B 200		
Sensor de nivel instalado	--	El agua inunda la estructura	No		
Sensor de nivel de redundancia	Ninguno	Lugar de instalación del sensor	Obra de Toma		
Protocolo de comunicación	SDI12	El sitio cuenta con escalas	Si		
Medio de comunicación	Cable	Cuenta con canastilla	No		
Longitud cable/manguera/vista	25 m	Escala de nivel máxima registrada	1831.30 m		
Estructura disponible para montaje	Obra de toma	La sección de aforo es estable	Si		
Ancho de la estructura	N/A	Tipo de material en la sección	N/A		

## Informe de Visita Previa a los Sitios de Instalación

<b>Número y nombre de la estación</b>	<b>1.- PRESA VALLE DE BRAVO</b>			
<b>Tipo de estación</b>	Hidrométrica	<b>Cliente</b>	CONAGUA-OCAVM	
<b>Fecha de visita</b>	10/06/2010	<b>Hora Inicio</b>	17:30	<b>Hora Fin</b> 18:20

### D.- Mapa del Sitio



Mapa de acceso



Vista Panorámica de la Obra de Toma



Banco de nivel en la cortina de la presa

## Informe de Visita Previa a los Sitios de Instalación

<b>Número y nombre de la estación</b>		<b>1.- PRESA VALLE DE BRAVO</b>			
<b>Tipo de estación</b>	Hidrométrica	<b>Cliente</b>	CONAGUA-OCAVM		
<b>Fecha de visita</b>	10/06/2010	<b>Hora Inicio</b>	17:30	<b>Hora Fin</b>	18:20



Detalle de la obra de toma



Vista interior de la Obra de Toma



Vista de la obra de toma y cortina de la Presa Valle de Bravo

### 3.1.3 Análisis y planeación de la infraestructura en los sitios.

Después de que se realizaron las visitas previas para la evaluación y registro de datos de la infraestructura en los sitios, se analizaron las posibles alternativas para dar una solución eficiente al proyecto. En función de lo analizado se determinó cuáles son los equipos y suministros definitivos para la red y de esta manera se comenzó con la planeación.

A continuación en las tablas 2 y 3 se presentan los listados con los equipos necesarios para la integración de las EHAs, en el capítulo 3.2 se describe claramente las especificaciones, principios de funcionamiento y las características técnicas de todos los equipos que integran las estaciones.

La lista del equipo que integra el sistema de instrumentación para las 5 EHAs en pasarela es:

EQUIPO	MARCA Y MODELO
Registrador de datos	OTT – DataloggerDuoSens.
Transmisor satelital	OTT - Transmisor HDR-1200
Antena transmisora	SYNERGETICS - Antena Yagi
Antena GPS	WI-sys - Antena GPS
Panel solar	Kyocera – Panel 40W
Sensor de nivel	OTT - Codificador angular SE-200
Batería recargable	PowerSonic - Batería 35 Ah
Controlador de carga	Morningstar – Controlador Sunsaver-10
Gabinete	HIMEL - NEMA 4
Estructura de montaje 6 metros	N/A
Sistema de tierra física	N/A
Software de recuperación y procesamiento de datos	Hydras 3 e Hydromet Pro

**Tabla 2. Suministro de equipos para estaciones en pasarela**

La lista de equipo que integra el sistema de instrumentación para la EHA de la Presa Valle de Bravo es:

EQUIPO	MARCA Y MODELO
Registrador de datos	OTT – DataloggerDuoSens.
Transmisor satelital	OTT - Transmisor HDR-1200
Antena transmisora	SYNERGETICS - Antena Yagi
Antena GPS	WI-sys - Antena GPS
Panel solar	Kyocera – Panel 40W
Sensor de nivel	OTT – Radar RLS
Batería recargable	PowerSonic - Batería 35 Ah
Controlador de carga	Morningstar – Controlador Sunsaver-10
Gabinete	HIMEL - NEMA 4
Estructura de montaje 6 metros	N/A
Sistema de tierra física	N/A
Software de recuperación y procesamiento de datos	Hydras 3 e Hydromet Pro

**Tabla 3. Suministro de equipos para estación en la presa**

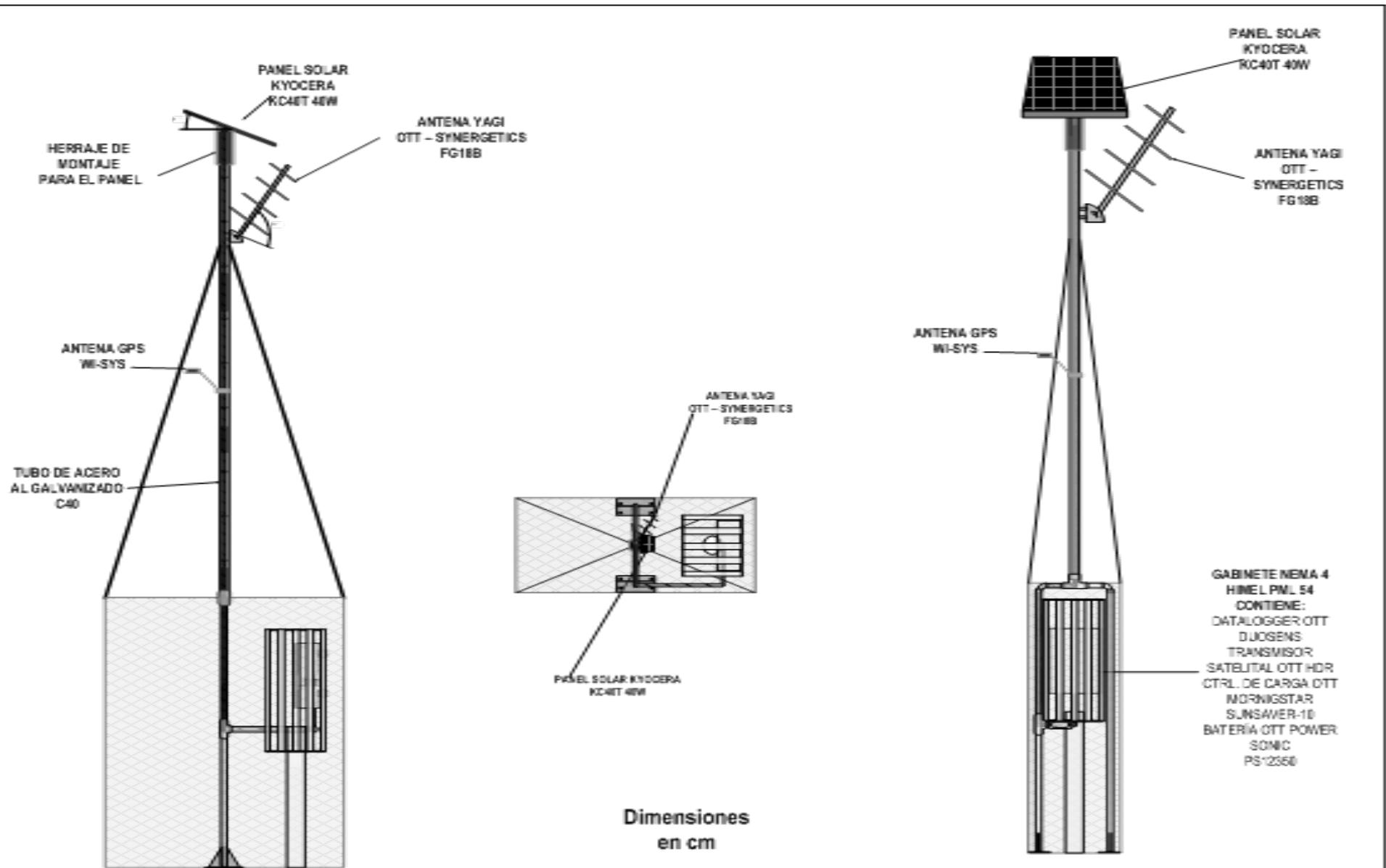
### ***Estaciones en pasarela***

En un principio se determinó que era necesario llevar a cabo una rehabilitación integral de los sitios con la finalidad de que las nuevas estaciones se instalaran en las mejores condiciones y asegurar así su correcto funcionamiento. La rehabilitación estuvo comprendida por las siguientes actividades: fue necesario desramar los árboles alrededor de la estación en un radio de 6m esto con el objetivo de que la antena transmisora tenga línea de vista libre hacia el satélite y no se vean afectadas las transmisiones. Además se consideró necesario realizar una rehabilitación y pintura en el pozo de quietamiento, con el propósito de eliminar óxido, hierba, insectos y otros residuos que afectarían el correcto funcionamiento del sensor de nivel.

Por último para todos los sitios que se encontraban demasiado azolvados y con lodo, se realizaron trabajos de desazolve en la sección del río desde 10 m aguas arriba de la estación y hasta el vertedor, ya que de lo contrario se tendrían datos erróneos y poco confiables, también existe el riesgo de que el azolve atasque el mecanismo de medición del sensor de nivel y se pierdan datos.

Una vez que se realizó el análisis de los sitios y que se han recolectado los datos necesarios, se comenzó con la planeación de los procesos necesarios para la instalación de la red, desarrollando así esquemas para la descripción y diseño de las estructuras y herrajes.

Tomando como base las medidas y datos obtenidos en las visitas previas a los sitios, se realizó el diseño de la estructura que se montó en las pasarelas, esta aparece en el diagrama 3.1 y un bosquejo de la instalación de las EHAs en pasarela, que se muestra en el diagrama 3.2.



<b>DIAGRAMA 3.1</b>	INGENIERÍA GEOFÍSICA Y SISTEMAS S.A. DE C.V.		
	<b>ESTACION HIDROMETRICA SE-200</b>		
PROYECTO: 13-QM-OCAM-SEBAS	TITULO: ESTACION HIDROMETRICA SE-200	FECHA: 28/07/2010	REV: 01
CLIENTE: COMAQUA OCAM	ESCALA: 1:50	FECHA: 28/07/2010	PROY: 13-QM-OCAM-SEBAS

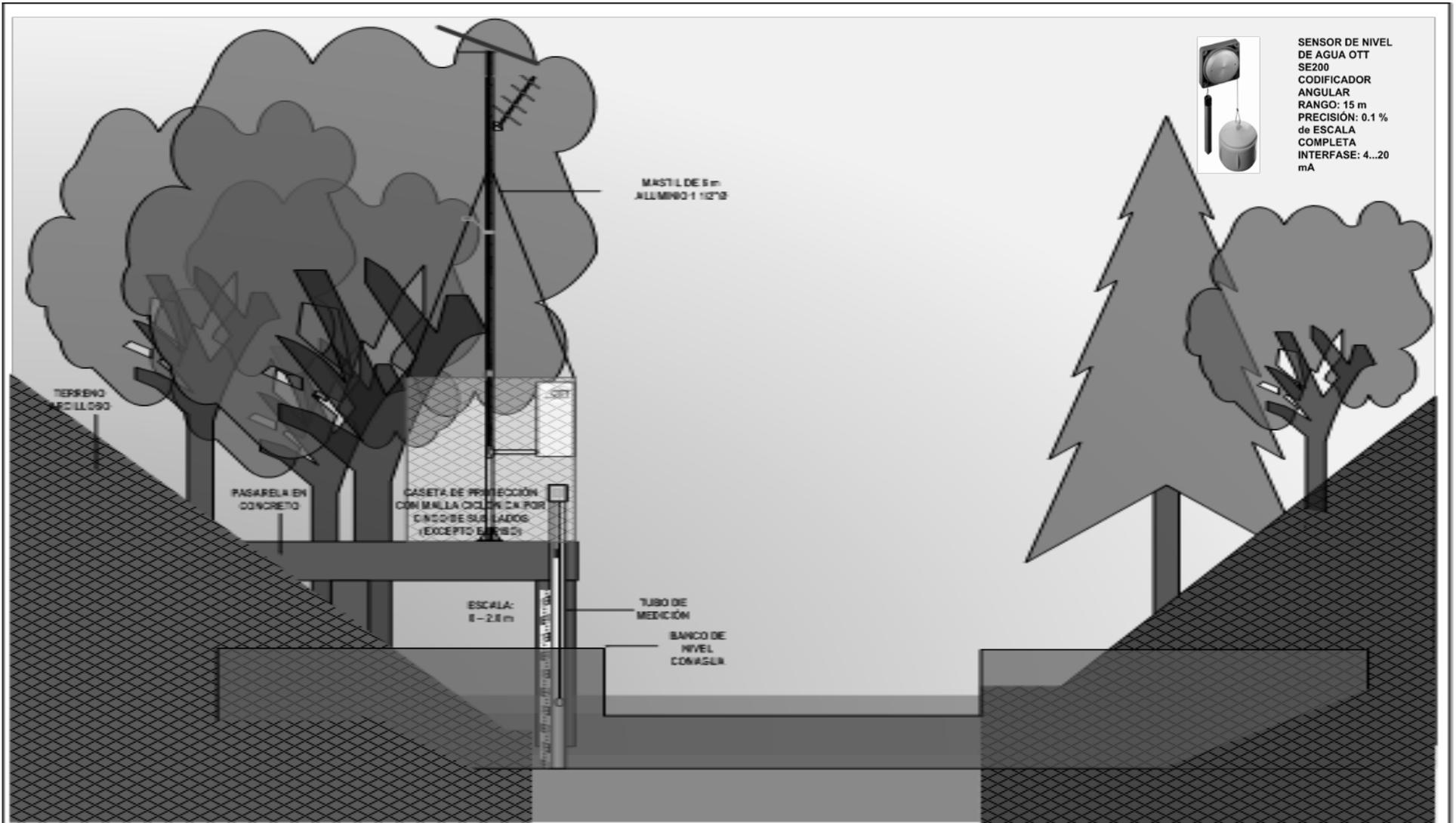


DIAGRAMA 3.2

INGENIERÍA GEOFÍSICA Y SISTEMAS S.A. DE C.V.

INSTALACION DE ESTACION HIDROMETERICA AUTOMATICA MARCA OTT

PROYECTO: HONDA-CONTRIBUCION	LAMBO	REFERENCIA		REF
DISEÑO: CONAGUA COCUM	CAPSA	DIAGRAMA DE ESTRUCTURA TUBULAR MIPNIVEL DE ESTACION METEOROLOGICA		25/07/2010
	EDICION	NO	FECHA: 15/05/2010	CUA
				1

Una vez que se determinó la mejor solución se comienza a diseñar las estructuras y herrajes de manera específica, para esto se tiene que tomar en cuenta que los materiales y la resistencia de estos sean los adecuados para la aplicación.

Para las 5 estaciones que se instalaron en pasarela, las antenas Yagi y GPS así como el panel solar, se montaron en una estructura tubular de 6m de altura, el tubo es de acero galvanizado de 1 1/2" de diámetro, cedula cuarenta, diseñada especialmente para esta aplicación.

Debido a las condiciones de intemperie a las que están sometidas las estructuras, como son la alta humedad y exposición a la radiación solar, es necesario que los materiales sean los apropiados para esta tipo de condiciones, es por esto que la estructura de montaje fue sometida a un proceso de protección especial, se trata de tubo galvanizado en caliente que además cuenta con un terminado de esmalte epóxico que proporciona una alta durabilidad y resistencia en ambientes de intemperie.

Las pinturas epóxicas presentan gran resistencia química, sin que les afecten los disolventes ni los aceites o grasas. Por su resistencia al agua, a la intemperie y a los contaminantes químicos, se usan como sistemas de protección de larga duración sobre acero estructural y concreto.

En los diagramas 3.1, 3.2 Y 3.3 se muestra el diseño y planteamiento para las estructuras y herrajes que se montaron en las estaciones en pasarela.



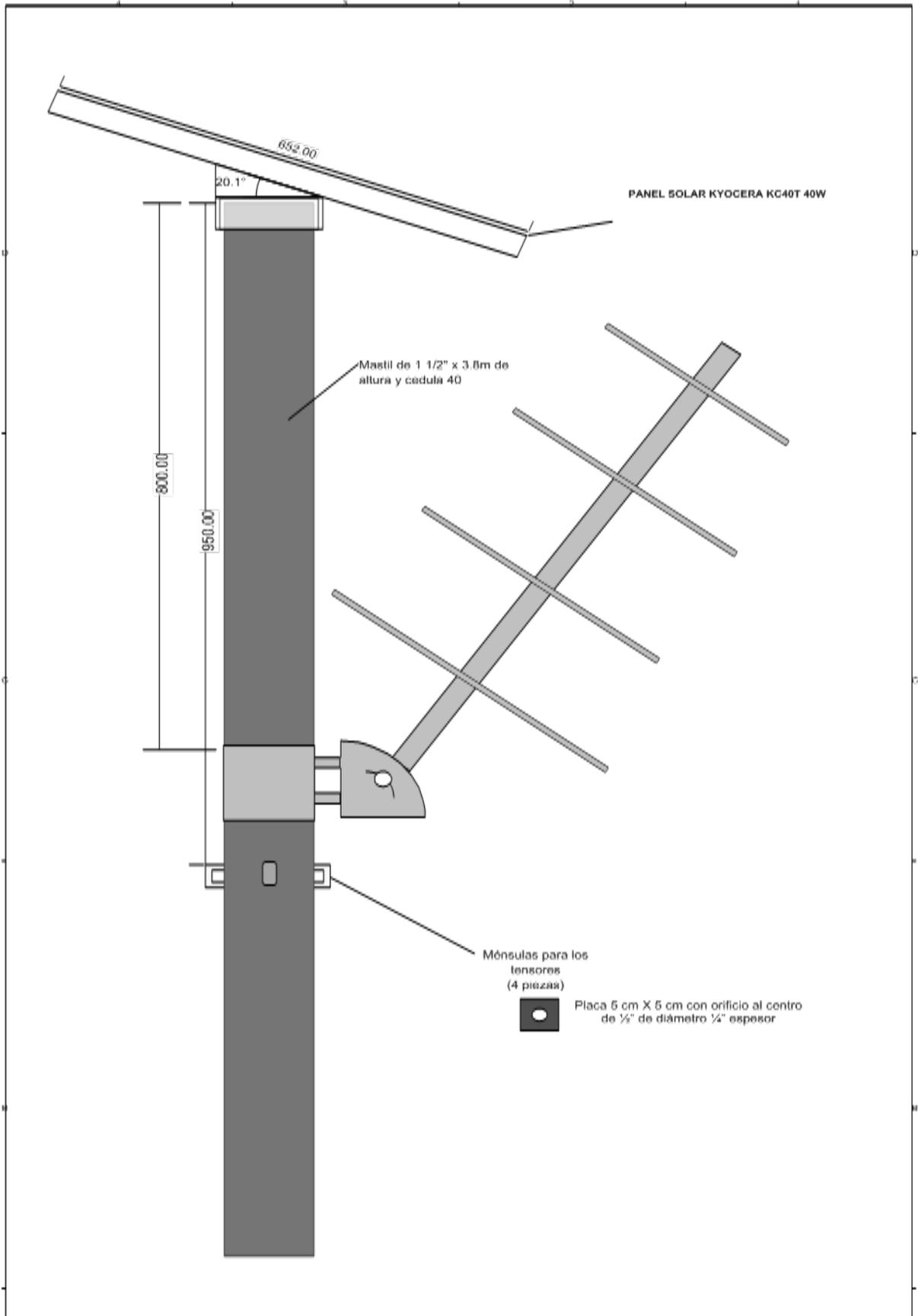
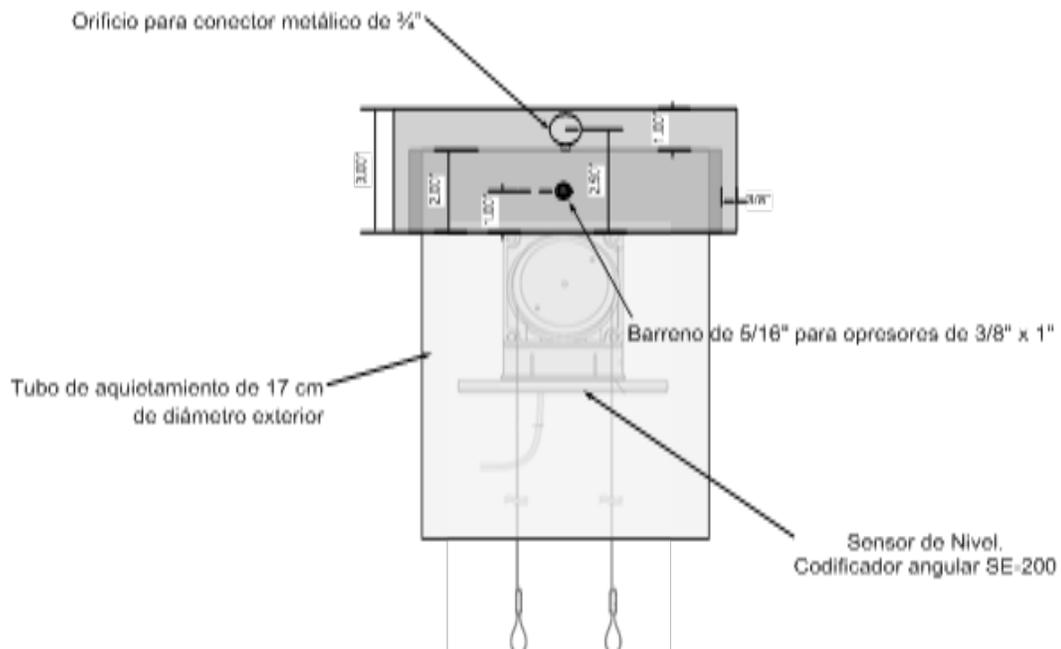
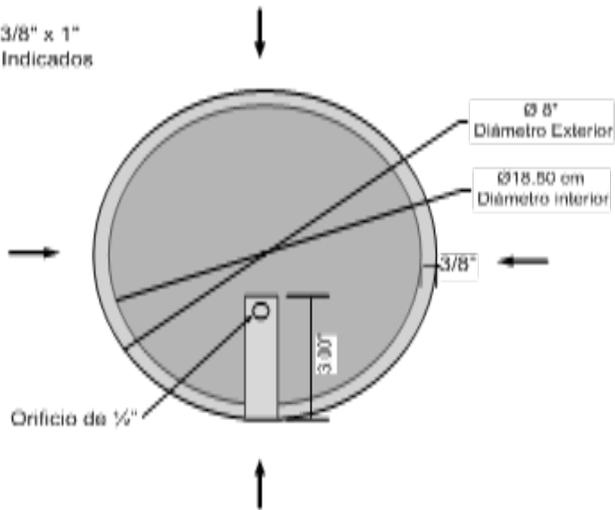


DIAGRAMA 3.4	INGENIERÍA GEOFÍSICA Y SISTEMAS S.A. DE C.V.		
	DISTRIBUCION EN MASTIL		
PROYECTO: 10-CNA-OCAVM-05PHAS	TAMARO CARITA	REFERENCIA DIAGRAMA: ESTRUCTURA TUBULAR DCP HIDROMÉTRICA.VED	REP 29/07/2010
CLIENTE: CONAGUA OCAVM	ESCALA NO	FECHA: 02/08/2010	HOJA 1

4 barrenos de 5/16" para opresores de 3/8" x 1" para sujetarse al tubo de aquietamiento. Indicados con las flechas



<b>DIAGRAMA 3.5</b>	INGENIERÍA GEOFÍSICA Y SISTEMAS S.A. DE C.V.		
	<b>MONTAJE DEL SENSOR SE-200</b>		
PROYECTO: IG-CNA-OCAVM-08PHAS	TAMAÑO CAKTA	DESCRIPCIÓN DIAGRAMA MONTAJE DE SENSOR SE-200 1 VIDA	RPV 28/07/2010
CLIENTE: COBAQUA OCAVM	ESCALA NO	FECHA: 02/08/2010	HOJA 1

### ***Estación en la Presa***

Para la instalación en la Presa de Valle de Bravo se tuvieron que tomar consideraciones especiales, ya que este sitio presenta condiciones particulares y distintas al resto de los sitios. Se comenzó por determinar que dado que se trata de una construcción de concreto la cual tiene vigilancia continua lo más conveniente era colocar el gabinete dentro de la obra. Sin embargo la antena transmisora, el panel solar y el sensor de nivel tipo radar “RLS” deben de estar necesariamente en el exterior de la obra, debido a las especificaciones técnicas que estos equipos requieren para su funcionamiento.

Dada la consideración antes mencionada, se llevó a cabo la planeación para el proceso de instalación, así como el diseño de los equipos y herrajes de montaje necesarios, tomando en cuenta los materiales apropiados. Pero en este caso se puso especial atención en el sitio en el que se colocó tanto el gabinete como el sensor y la antena transmisora, ya que es de vital importancia que la antena este colocada en un lugar en donde pueda ser orientada adecuadamente para que apunte al satélite. De igual manera es sumamente importante garantizar que el sitio de instalación del sensor de nivel, sea el apropiado para las mediciones.

A continuación se muestran el esquema de planeación para la instalación de la estación en la presa Valle de Bravo diagrama 3.6, así como el diagrama del herraje de montaje que se utilizara para la antena Yagi y el panel solar diagrama 3.7.

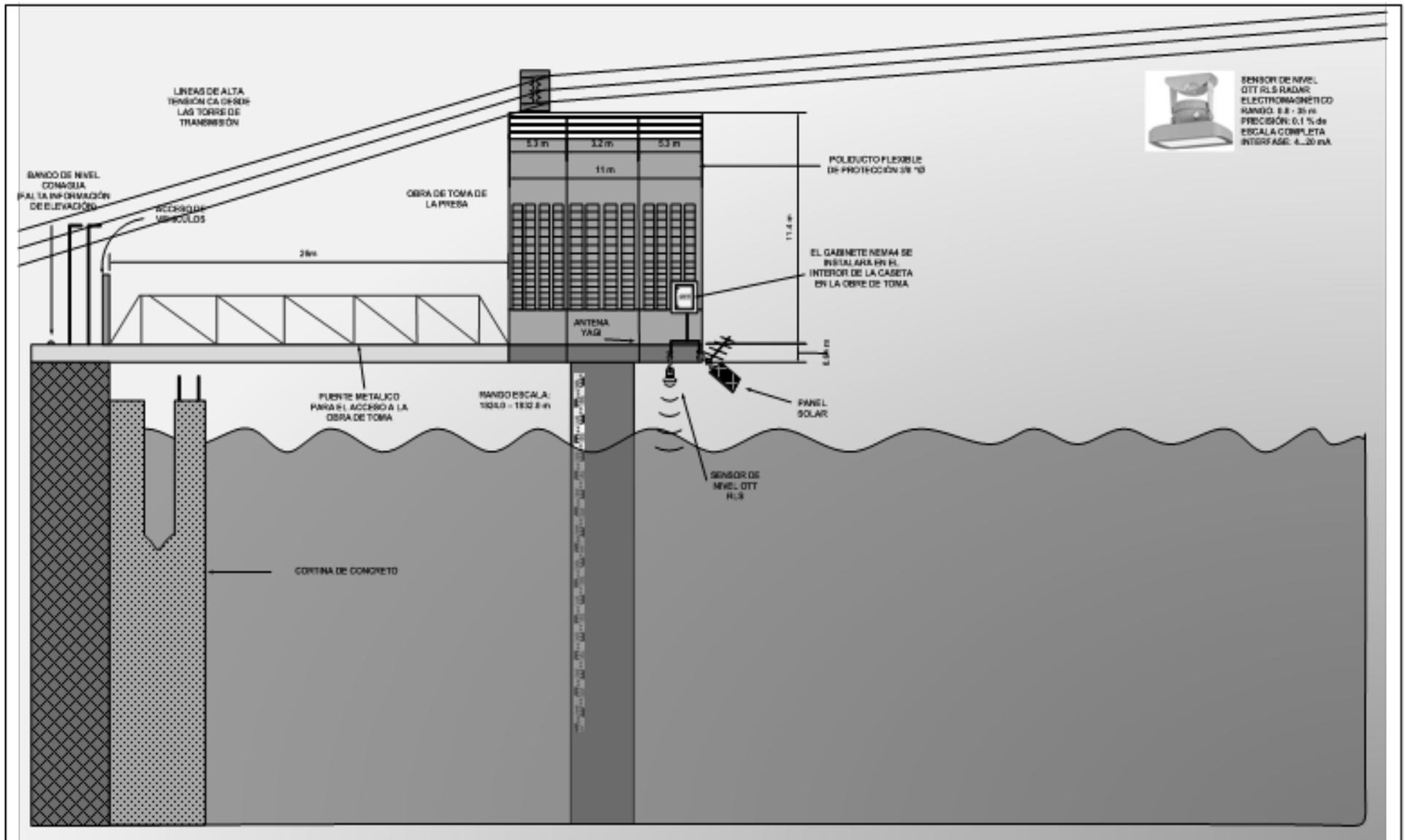


DIAGRAMA 3.6

INGENIERÍA GEOFÍSICA Y SISTEMAS S.A. DE C.V.

INSTALACION EN PRESA VALLE DE BRAVO

PROYECTO: 19-DNA-OCWA-9204S

TAMANO  
CARTA

EXPERIENC  
DIBUJOS

REV  
28/07/2010

CLIENTE: CONAGUA COAHUILA

ESCALA

NO

FECHA: 17/07/2010

HOJA

1

# Montaje para Antena Yagi y Panel Solar

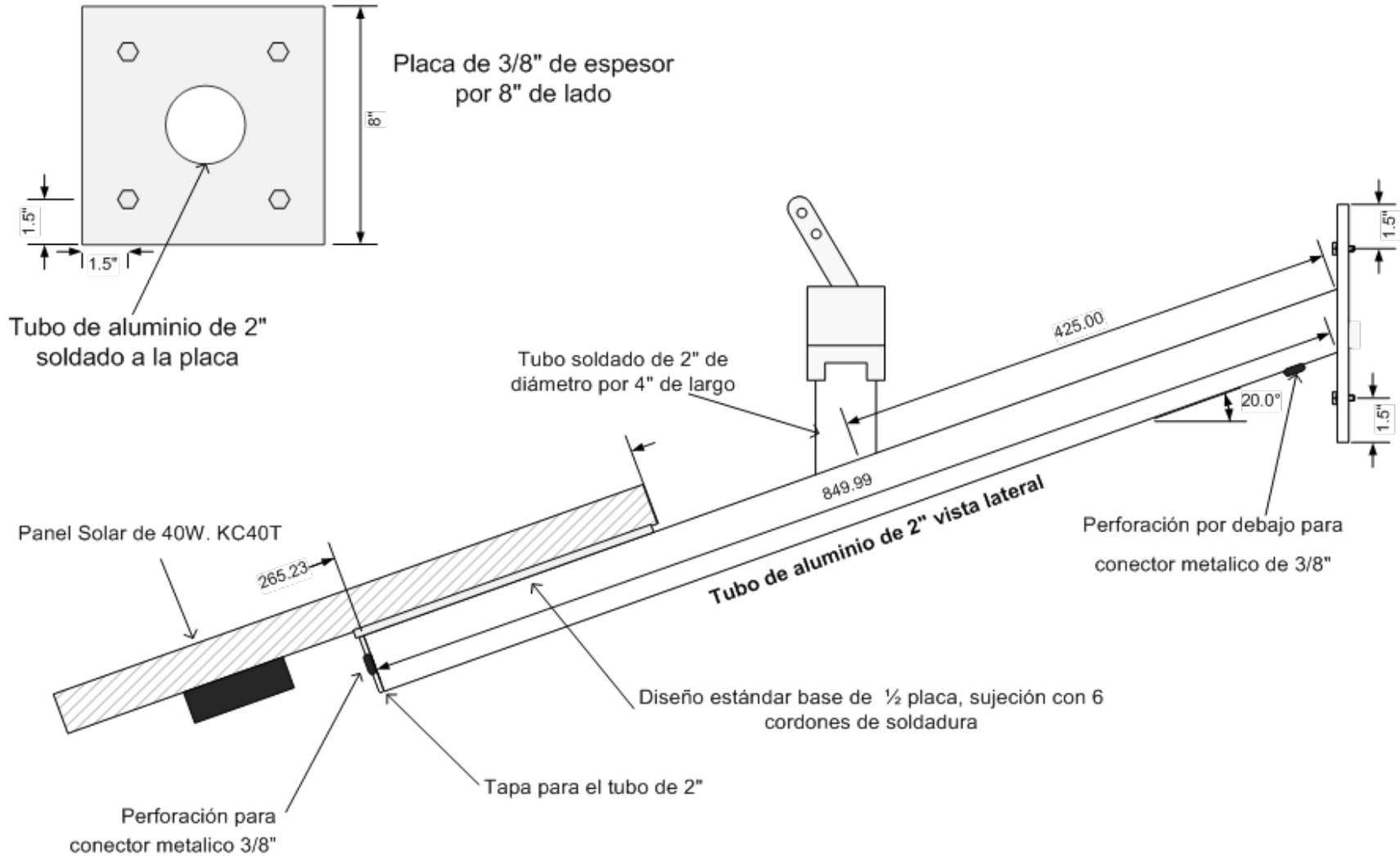


DIAGRAMA 3.7	INGENIERIA GEOFISICA Y SISTEMAS S.A. DE C.V.			
	Montaje para Antena Yagi y Panel Solar			
PROYECTO: 10-CNA-OCAVM-05EHAS	TAMANO CARTA	REFERENCIA DIAGRAMA- HERRAJES PARA DCP EN OBRA DE TOMA.VSD	REV 29/07/2010	
CLIENTE: CONAGUA OCAVM	ESCALA NO	FECHA: 02/08/2010	HOJA 1	

Cuando se ha terminado con la planeación y diseño de la infraestructura necesaria para la puesta en marcha de la instalación de la red, es momento de entrar en el diseño de las EHAs en cuanto a su composición electrónica.

### **3.2 Diseño e integración de las EHAs**

Una EHA consiste de un conjunto de sistemas electrónicos destinados a la adquisición, procesamiento, almacenamiento y transmisión de datos hidrométricos (véase figura 3). Las transmisiones son periódicas y en forma aleatoria cuando sea necesario, mediante telemetría satelital GOES, además las EHAs están diseñadas para funcionar bajo condiciones de intemperie.

Las estaciones hidrométricas son automáticas, programables y eléctricamente auto-alimentadas. Asimismo, permiten la programación y lectura en el campo de las variables hidrométricas y cuentan con capacidad para monitorear parámetros de su propio funcionamiento (voltaje de batería, panel solar, temperatura interna,...etc.), permitiendo de manera automática transmisiones programadas.

La composición básica de una EHA puede describirse a través de 5 subsistemas:

- Sistemas de adquisición y almacenamiento de datos. Está compuesto por los sensores y el datalogger (registrador de datos).
- Sistema de telemetría satelital. Lo conforman el transmisor y antenas.
- Sistemas de suministro de energía. Se conforma por el panel solar y batería entre otros.
- Sistemas de protecciones eléctricas. Dentro de este encontramos protecciones contra sobre-voltaje, sobre-corriente y el sistema de puesta a tierra.
- Sistema de montaje. Se trata de los elementos necesarios para la instalación de la estación como es la torre, el gabinete, etc.

En los siguientes apartados se detalla el funcionamiento e integración de cada uno de los subsistemas, así como las características más importantes de los equipos. Para ver las tablas con las especificaciones técnicas de los equipos diríjase al apéndice C.

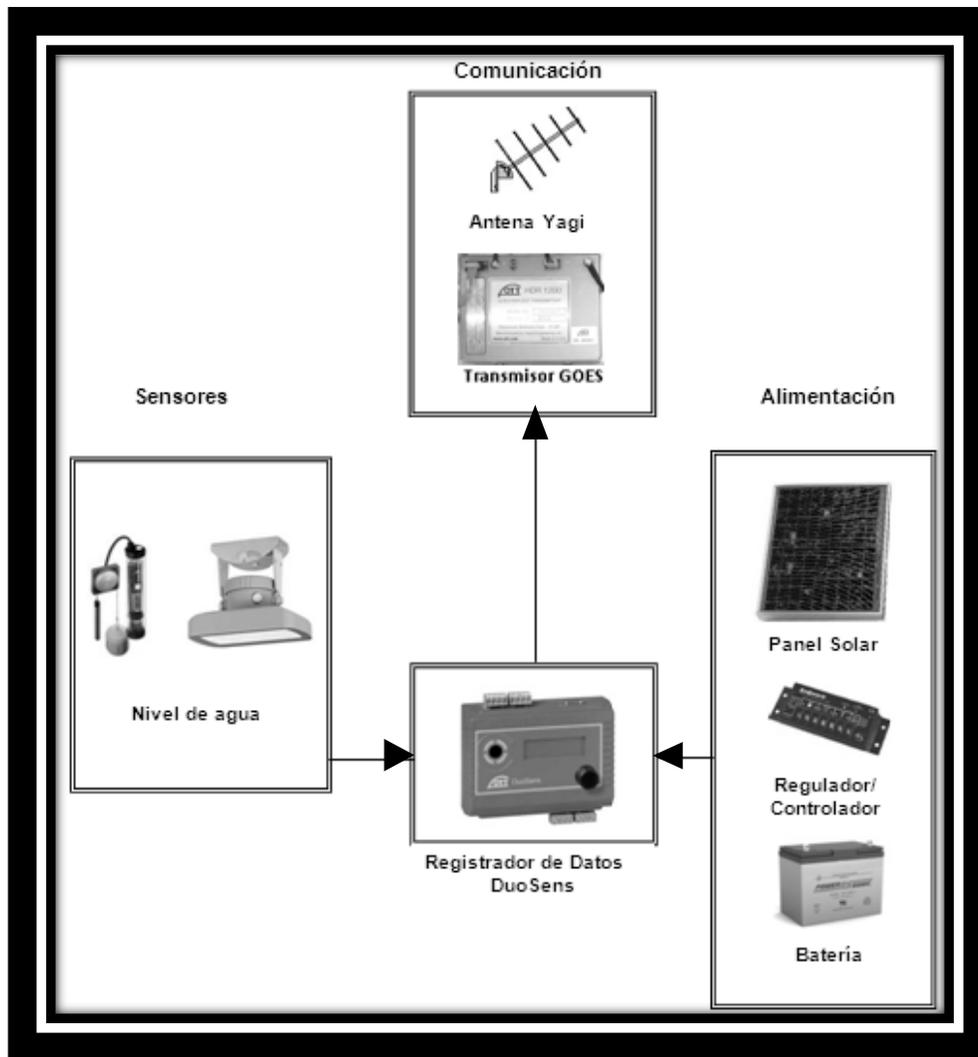


figura3. Arquitectura entre equipos de una EHA.

### 3.2.1 Sistema de Adquisición y Almacenamiento de Datos

Este es la parte más importante de la estación ya que es por medio de los sensores que se obtiene la medición de los parámetros físicos para traducirlos en señales eléctricas y posteriormente almacenarlas y procesarlas con el datalogger. Es el datalogger el que funciona como cerebro de la estación, programado para consultar los datos medidos en intervalos de tiempos definidos, posteriormente almacenarlos, procesarlos y realizar la rutina para que sean transmitidos.

Para las estaciones en pasarela se conectó el sensor de nivel SE-200 (codificador angular) al datalogger mediante el protocolo de comunicación SDI-12 y para la estación en la presa se utilizó el sensor tipo radar RLS con el mismo protocolo de comunicación.

A continuación se presenta una descripción de los principios de funcionamiento, especificaciones y características técnicas de los equipos que integran el sistema de adquisición y almacenamiento de datos.

### **Registrador de datos (Datalogger)**

El datalogger (DuoSens) es un registrador de datos multi-canal operado por un microcontrolador de 16 bits y un convertidor analógico digital de 24 bits. El Datalogger ha sido específicamente diseñado para aplicaciones en los campos de la hidrometría, la meteorología y las ciencias ambientales.

El datalogger se aloja en una caja muy compacta y es capaz de adquirir en forma automática datos analógicos y digitales, procesarlos, almacenarlos y enviarlos vía una interface analógica o digital con el fin de transmitirlos por los medios comunes de telemetría (módem serial, cualquier módem celular GSM, GPRS, radio terrestre UHF-VHF-Espectro Disperso, radio satelital GOES, METEOSAT, INMARSAT C, ORBCOM, etc.) o de controlar procesos externos si es necesario.

El datalogger cuenta con una interfaz SDI-12 y otra RS 485, así como una entrada de pulsos.



Este datalogger cuenta con 2 canales físicos (se entiende por canal físico una entrada de sensor o puerto con 4 conectores para terminales desnudas. Los canales físicos están denominados con letras de la A a la F), expandible a 4 canales, configurables por software para entrada de hasta 30 sensores, para conectar diferentes sensores, lográndose una gran flexibilidad de operación y manejo. La base de datos interna del DuoSens puede mantener hasta 30 canales lógicos (y un canal de información).

La programación del DuoSens es configurable por el usuario en cuanto a entradas analógicas y digitales, visualización de datos, definición de todos los procesos disponibles; soporta también diferentes intervalos de medición para cada variable, almacenamiento de datos en intervalos diferentes incluyendo etiqueta de fecha y hora, diferentes modos de comunicación tales como transmisión GOES y otras como radio, telefonía celular, etc.

El DuoSens cuenta con un puerto RS232 de comunicaciones para transmisiones y descarga de datos que pueden usarse simultáneamente; cuenta con una pantalla de despliegue de los datos. El datalogger cuenta con 4 MB de memoria Flash circular no-volátil, para almacenar los datos, y 4 MB de memoria Flash no-volátil para el programa y el firmware. En caso de falta de energía, los datos medidos no se pierden ni los de configuración del programa de operación.

### Sensor de nivel tipo: Radar

El sensor de nivel tipo radar (RLS-Radar Level Sensor) es un sensor de para la medición de nivel de aguas superficiales sin tener contacto físico con el agua. El sensor utiliza la tecnología de radar por impulsos para determinar la distancia entre el emisor del equipo y el espejo de agua, posteriormente con la ayuda de una ecuación de calibración se determina el nivel del agua.



El sensor RLS se basa en la tecnología de radar por impulsos, la antena emisora envía para ello breves impulsos de radar en la banda ISM 24 GHz. La antena receptora recibe estos impulsos reflejados en la superficie del agua y calcula a partir del tiempo de transito de la señal, la distancia entre el sensor y la superficie del agua. A continuación el sensor calcula si de modo automático el nivel real del agua, para ello durante la puesta en servicio se tiene la posibilidad de introducir el modo de medición correspondiente así como un valor de referencia.

Este sensor permanece 20seg enviando y recibiendo pulsos electromagnéticos, a partir de los cuales adquiere una medición final. Durante este tiempo se efectúan entre 200 y 300 mediciones las cuales tienen que estar dentro de un rango homogéneo para poderse admitir como un valor de medición. Adicionalmente se monitorea la potencia de la señal reflejada para garantizar que se tiene una buena calidad de la medición.

### Sensor de nivel tipo: Codificador angular

El sensor de nivel tipo codificador angular(SE-200)sirve para medir continuamente el nivel de las aguas subterráneas y superficiales.

El cable del flotador, dotado de un contrapeso, transmite el cambio de nivel del agua a la rueda del flotador del SE-200. La polea es desplazada mediante un cable sujeto a un flotador y un contrapeso y el movimiento giratorio así producido se transforma en una señal eléctricacalibrada a la resolución del sensor, el valor medido es calculado y transmitido vía interfaz SDI 12 ó 4...20 mA.



El intervalo de medición para este sensor es cada 10 minutos con lo cual se tiene un muestreo suficiente para monitorear las variaciones en los aportes.

### 3.2.2 Sistema de Telemetría Satelital

Las Estaciones Hidrométricas también incluyen un sistema de transmisión de datos con telemetría satelital GOES (Geostationary Operational Environmental Satellites), compuesto por un transmisor satelital, una antena transmisora tipo YAGI, una antena GPS y cables para conexión. Con este sistema los datos recolectados por el datalogger de las estaciones se transmitirán automáticamente al satélite. El transmisor GOES opera en forma automática, gestionado por el datalogger y asistido por la antena GPS para la adquisición de la hora GMT (Greenwich Mean Time).

#### Transmisor satelital

El transmisor satelital "HDR-1200" está certificado para la transmisión remota de datos a través de los satélites Meteosat y GOES. El Transmisor soporta la comunicación unidireccional desde el datalogger y puede trabajar con transmisiones de datos a alta velocidad de hasta 1200 baudios/seg.

Este efectúa como módulo de emisión, las ordenes de un registrador de datos "datalogger" conectado, actuando así de interfaz para los satélites. La sincronización automática de la frecuencia y del reloj interno mediante señales GPS (Global Positioning System) garantiza frecuencias y tiempos de emisión muy estables.



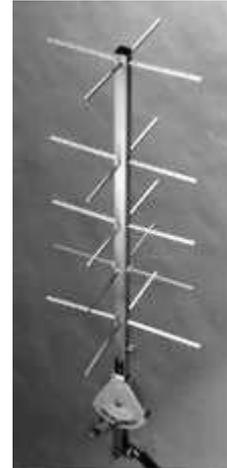
Programable por tiempo, canal, modo, etc., a través del datalogger por medio de la interface RS232. El datalogger envía de manera automática los datos del identificador, canal, hora e intervalo de transmisión, desde el programa de la EHA y todo es seleccionable; también se puede hacer directamente al Transmisor usando una PC y a través de una interface (RS-232).

Opera en forma continua y automática. El transmisor satelital tiene dos requerimientos para una operación adecuada: la antena del GPS del transmisor debe tener una vista clara al cielo y la antena de transmisión (antena Yagi) debe de tener una vista clara al satélite. Cuenta con certificado otorgado por NOAA/NESDIS (#0304-011, Marzo. 05, 2004) para Low y High Data Rates para 100, 300 y 1200 baudios.

### Antena Transmisora YAGI

El diseño de este tipo de antenas logra que mediante una estructura simple de dipolo, combinado con elementos parásitos, conocidos como reflector y directores, se obtenga una antena de muy alto rendimiento. Los elementos directores son elementos mas cortos que el elemento de excitación, incrementan la intensidad de campo en su dirección y la reducen en la dirección opuesta. Los reflectores son elementos paracitos más largos que reducen la intensidad de la señal que esta en su dirección e incrementa la que esta en dirección opuesta.

La antena YAGI FG18-B es de peso ligero, está diseñada para operar con alto desempeño en la transmisión satelital de datos de plataformas colectoras de datos (PCD). La antena opera con una frecuencia central de 401.8 MHz; radia energía con polarización circular derecha con un haz de aproximadamente 45 grados de ancho. La ganancia de la antena es aproximadamente de 10 dB y está diseñada para proporcionar niveles de señal óptimos a satélites GOES.



### Antena GPS

La antena GPS modelo WS3910 está diseñada para operar con alto desempeño en la integración con los sistemas de transmisión satelital de datos de plataformas colectoras de datos (PCD). Un amplificador de bajo ruido y filtro SAW, permite a la antena proporcionar una señal coherente, clara y reducir al mínimo la pérdida de bloqueo si las condiciones de GPS no son ideales.

La antena opera a una frecuencia central de 1575.42 MHz, la impedancia de salida es de 50  $\Omega$  y la relación de onda estacionaria (VSWR por sus siglas en inglés) dentro de todo el rango de frecuencia de operación de la antena es de 1.5:1, incluyendo el conector. La ganancia nominal de la antena es aproximadamente de 28 dB, está diseñada para proporcionar la señal óptima que requieren los transmisores satélites GOES.



### 3.2.3 Sistema de Suministro de Energía

Este es el sistema que se encarga de proporcionar la energía a toda la estación, las estaciones son completamente autónomas y trabajan con energía verde. Cada EHA hace el uso de una batería externa sellada, libre de mantenimiento de 12V y 35 Ah. La batería se recarga usando un panel solar de 40 W y un regulador de voltaje/controlador de carga SunSaver-10. El controlador de carga, regula la carga del panel solar a la batería, evitando daños a la misma, además de proveer una exhaustiva protección de descarga. El controlador cuenta con indicadores visuales de carga. El controlador de carga no está integrado internamente al datalogger, lo que permite que se pueda sustituir fácilmente sin tener que desmontar y transportar el datalogger para reparación. Los equipos que conforman las estaciones están diseñados para tener un consumo mínimo y de esta manera poder ser completamente autónomos por años.

#### Batería Recargable

Batería de plomo ácido sellada, con voltaje nominal de 12 VDC (seis celdas en serie) y capacidad de 35 Ah, libre de mantenimiento y recargable mediante un panel solar de 40 Watts. Las baterías cuentan con un fusible en las líneas externas de alimentación. El equipo está protegido contra una inversión accidental de las líneas de alimentación.

Una batería o acumulador eléctrico es un dispositivo electroquímico que permite almacenar energía en forma química mediante el proceso de carga, y liberarla como energía eléctrica, durante la descarga, mediante reacciones químicas reversibles cuando se conecta con un circuito de consumo externo.

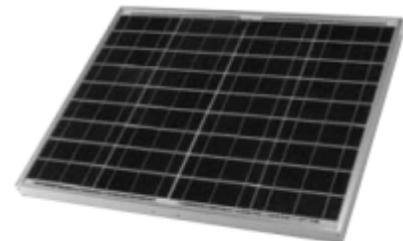
El tipo de acumulador más usado en la actualidad, dado su bajo costo, es la batería de plomo ácido. En ella, los dos electrodos están hechos de plomo y el electrolito es una solución de agua destilada y ácido sulfúrico



#### Panel Solar Fotovoltaico

Los paneles fotovoltaicos están formados por numerosas celdas fotovoltaicas que convierten la luz en electricidad. Estas celdas funcionan bajo el principio del efecto fotovoltaico, para transformar la energía del sol y producir una corriente eléctrica. Este efecto se produce cuando sobre materiales semiconductores convenientemente tratados incide la radiación solar produciéndose electricidad.

Para proteger las células de las condiciones ambientales más severas estas han sido encapsuladas entre una cubierta de vidrio templado adherido con una película EVA (Ethylen Vinyl Acetate).



## Controlador de Carga

El regulador de carga fotovoltaica es el dispositivo encargado de proteger la batería de los paneles solares frente a las sobrecargas y a las descargas profundas. Esto se logra a través del control constante sobre las baterías y la regulación de la intensidad de carga de las mismas.

El SunSaver es un controlador sofisticado que utiliza tecnología de punta y carga en serie por fuente conmutada PWM. El proceso de carga de batería ha sido optimizado para lograr una vida de la batería más larga y un rendimiento mejorado del sistema. Muchas de las especificaciones del SunSaver son exclusivas.

El SunSaver no corta el conjunto fotovoltaico para regulación y no es necesario derivar el controlador para la corriente de cortocircuito como es llevado comúnmente a cabo en los controladores.



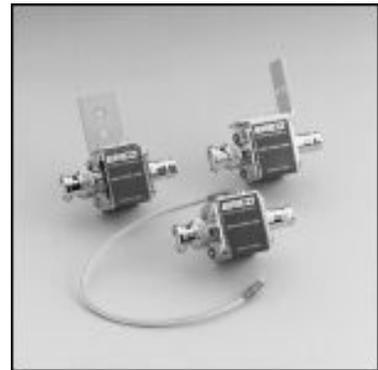
### 3.2.4 Sistema de Protecciones Eléctricas

Para garantizar la protección de los equipos ante alguna posible descarga eléctrica, causada ya sea por el suministro de energía o algún fenómeno natural, se incluyen una serie de protecciones eléctricas. El sistema está conformado por una protección de RF para evitar una posible descarga eléctrica al transmisor satelital, adicionalmente todos los equipos se encuentran conectados a OVP's para protegerlos de sobre-voltajes y a fusibles para protegerlos contra sobre-corriente.

Finalmente se cuenta con un sistema de puesta a tierra de baja impedancia (menor a 10 Ohms), conformado por un cable de cobre de calibre adecuado, conectores y una varilla tipo "copperweld" que aterriza el sistema.

#### Protección para línea de RF

Este supresor de picos ofrece una protección económica y fiable contra los transitorios en los cables de la antena RF. Se componen de un tubo descargador de gas libre de plomo que se encuentra dentro de un bloque de latón cromado. Este nivel de detalle ha dado como resultado una protección capaz de operar en los niveles típicos de potencia y de frecuencia que son 1000 W y 3 GHz, reduciendo así al mínimo las pérdidas por bajo nivel de reflejo.



### Protección de línea contra Sobre-voltaje (OVP)

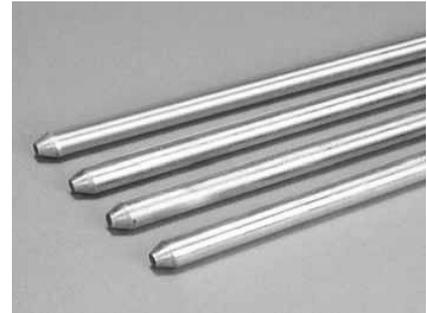
Las protecciones DLA están diseñadas para proteger los autómatas, sistemas de telemetría y las redes de datos o industriales, contra sobretensiones debidas a descargas atmosféricas.

Los DLA protectores contra sobre-voltajes pueden ser fácilmente instalados en un riel DIN y están disponibles para un rango de tensiones desde 6 hasta 170 V. Las protecciones DLA combinandescargadores de gas y diodos limitadores rápidos para garantizar un drenaje elevado.



### Varilla para puesta a tierra

En un sistema de tierra, el electrodo provee la conexión física a tierra y es el método para disipar la corriente en ella. La varilla es el electrodo más utilizado, está constituida por un núcleo de acero y un recubrimiento de cobre aplicado mediante un proceso electrolítico garantizando así un enlace a nivel molecular proveyendo un buen desempeño de la misma durante su vida útil.



### 3.2.5 Sistema de Montaje

El sistema de montaje se conforma por todas las estructuras, herrajes y accesorios necesarios para colocar, montar y proteger los equipos electrónicos que conforman la estación. Dentro de este sistema se encuentra la estructura especialmente diseñada para el montaje de la estación, el gabinete de protección y toda la tornillería y accesorios en su mayoría de aluminio y acero inoxidable.

### **Gabinete PLM84 HIMEL**

Gabinetes NEMA 4 de Polyester reforzado con fibra de vidrio, prensado en caliente. A diferencia del policarbonato, cuya aplicación principal es el uso interior, el poliéster debido a sus excelentes propiedades contra la corrosión, es ideal para aplicaciones de exterior y usado en ambientes cálidos, húmedos y/o químicamente agresivos, aportando al envolvente una vida útil más larga, con lo cual se reducen los costes de mantenimiento.



- Alta resistencia a los impactos mecánicos IK-10 (20 J) según EN 50.102
- Cuerpo de una sola pieza: monoblock.
- Con dimensiones adecuadas para el alojamiento de los equipos
- Incluye en cada gabinete una bolsa de silica-gel con indicador de humedad
- Temperaturas extremas de servicio: -50 a 150°C

### **Estructuras de acero/aluminio para montaje**

En función de las condiciones que presentan los sitios de instalación se diseñaron estructuras especializadas que cumplen con las demandas de funcionalidad, resistencia y protección de las EHAs. Las estructuras que se utilizaron para montar los equipos son de metales resistentes a la intemperie, además se les aplicó un tratamiento de esmalte acrílico mejorando aún más su resistencia y durabilidad.



Estructuras de Acero:

- Diseño especializado para la aplicación.
- Tubo de acero galvanizado en caliente.
- Diámetro 1 ½" y cedula 40.
- Acabado de esmalte epóxico contra la corrosión y el deterioro

Estructuras de aluminio

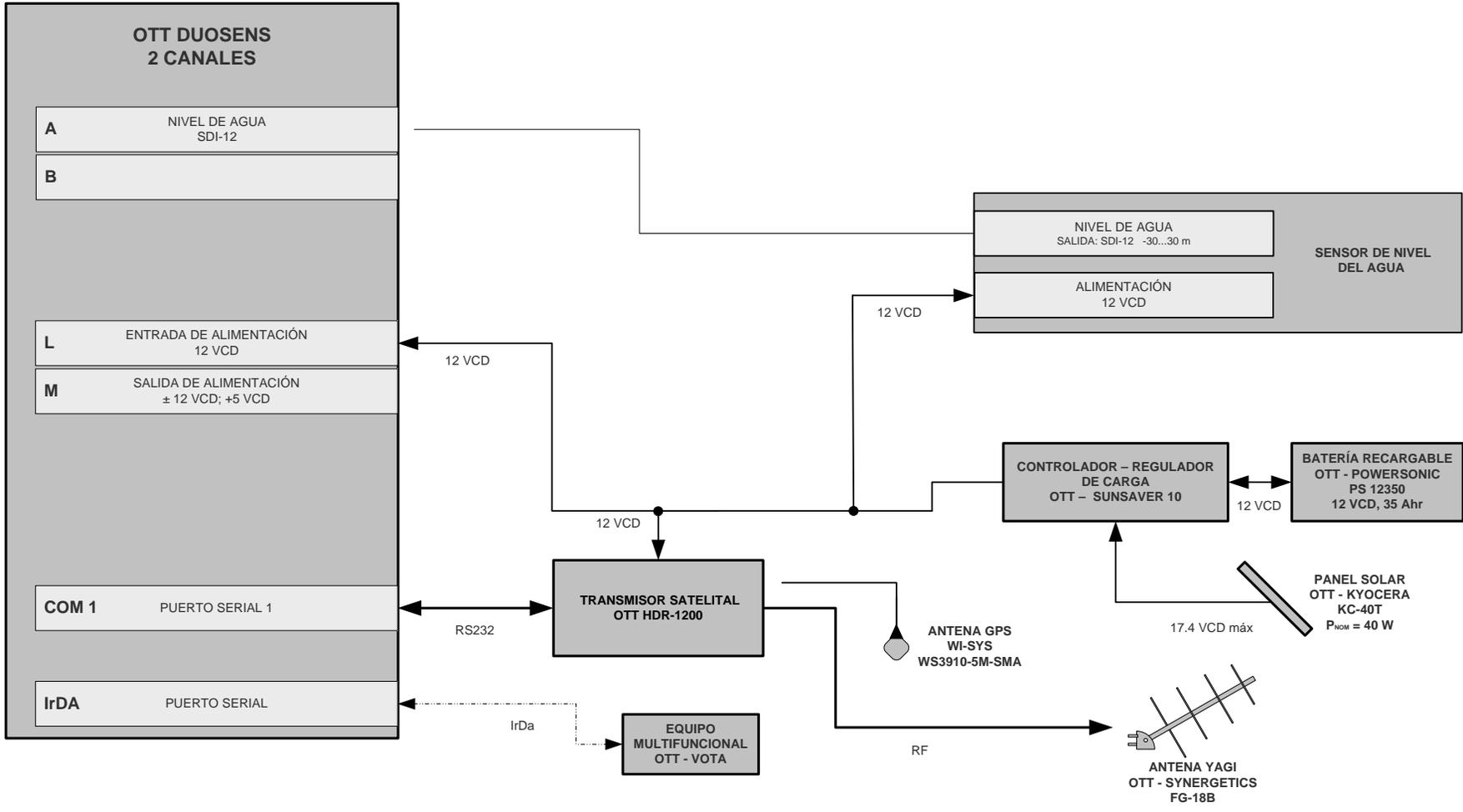
- Diseño especializado para la aplicación.
- Estructura de aluminio de primera.
- Material resistente a la corrosión
- Acabado de Aluprimer contra el deterioro medio ambiental

### **3.2.6 Integración de los componentes de las EHAs**

En función de las especificaciones requeridas para cada estación y de los equipos que se utilizaron se inicia con el diseño e integración del sistema de instrumentación para las EHAs. Es de suma importancia tener en cuenta especificaciones electrónicas de cada uno de los equipos, es por esto que se debe conocer a fondo su funcionamiento y prestaciones.

Entonces se procede a realizar el diseño de las estaciones. En el diagrama 3.8 se muestra la configuración a bloques de los equipos que integran una EHA, en este se presenta la conexión básica entre los equipos incluyendo las terminales de conexiones y el tipo de conexión para cada dispositivo.

El diagrama 3.9 se muestra un esquema con el diseño de la distribución de los equipos dentro del gabinete. Finalmente el diagrama 3.10 muestra los componentes y la configuración del sistema de telemetría.

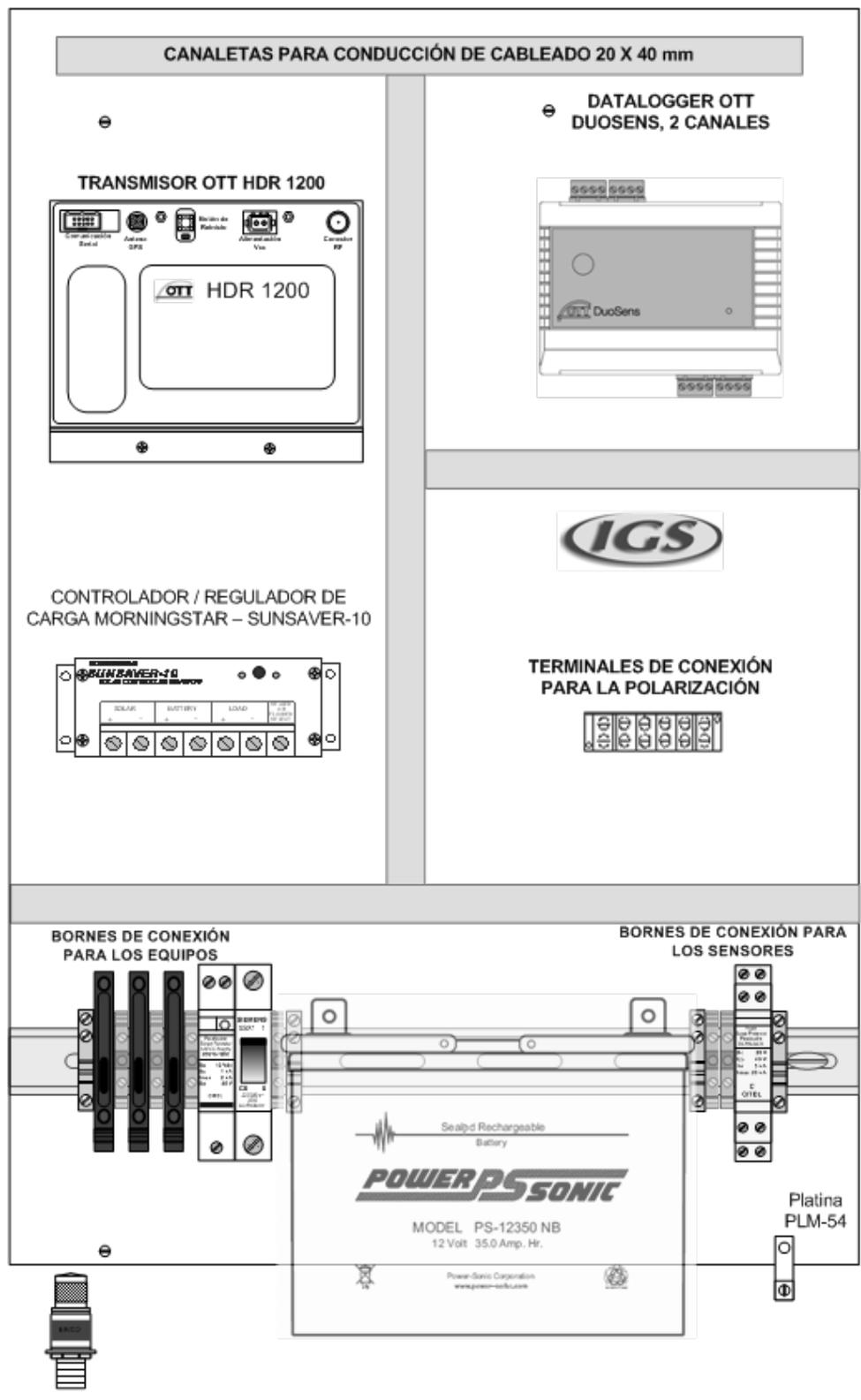


**DIAGRAMA 3.8**

INGENIERÍA GEOFÍSICA Y SISTEMAS S.A. DE C.V.

**DIAGRAMA DE BLOQUES EHA**

PROYECTO: 10-CNA-OCAVM-05EHAS	TAMAÑO Carta	REFERENCIA DIAGRAMA-02-PCD-OTT CNA-OCAVM DIAGRAMA DE BLOQUES.VSD	REV 07/2010
CLIENTE: CNA OCAVM	ESCALA Ninguna	FECHA: 06/2010	Hoja 1 de 1



<b>DIAGRAMA 3.9</b>	<b>INGENIERÍA GEOFISICA Y SISTEMAS S.A. DE C.V.</b>		
	Distribución de Elementos en Platina PCD OTT Hidrométrica RLS vía cable		
PROYECTO: 10-CNA-OCAVM-05EHAS	TAMANO Carta	REFERENCIA DIAGRAMA-03-PCD-OTT CNA-OCAVM DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS EN PLATINA VSD	REV 07/2010
CLIENTE: CONAGUA-OCAVM	ESCALA Ninguna	FECHA: 06/2010	Hoja 1 de 1

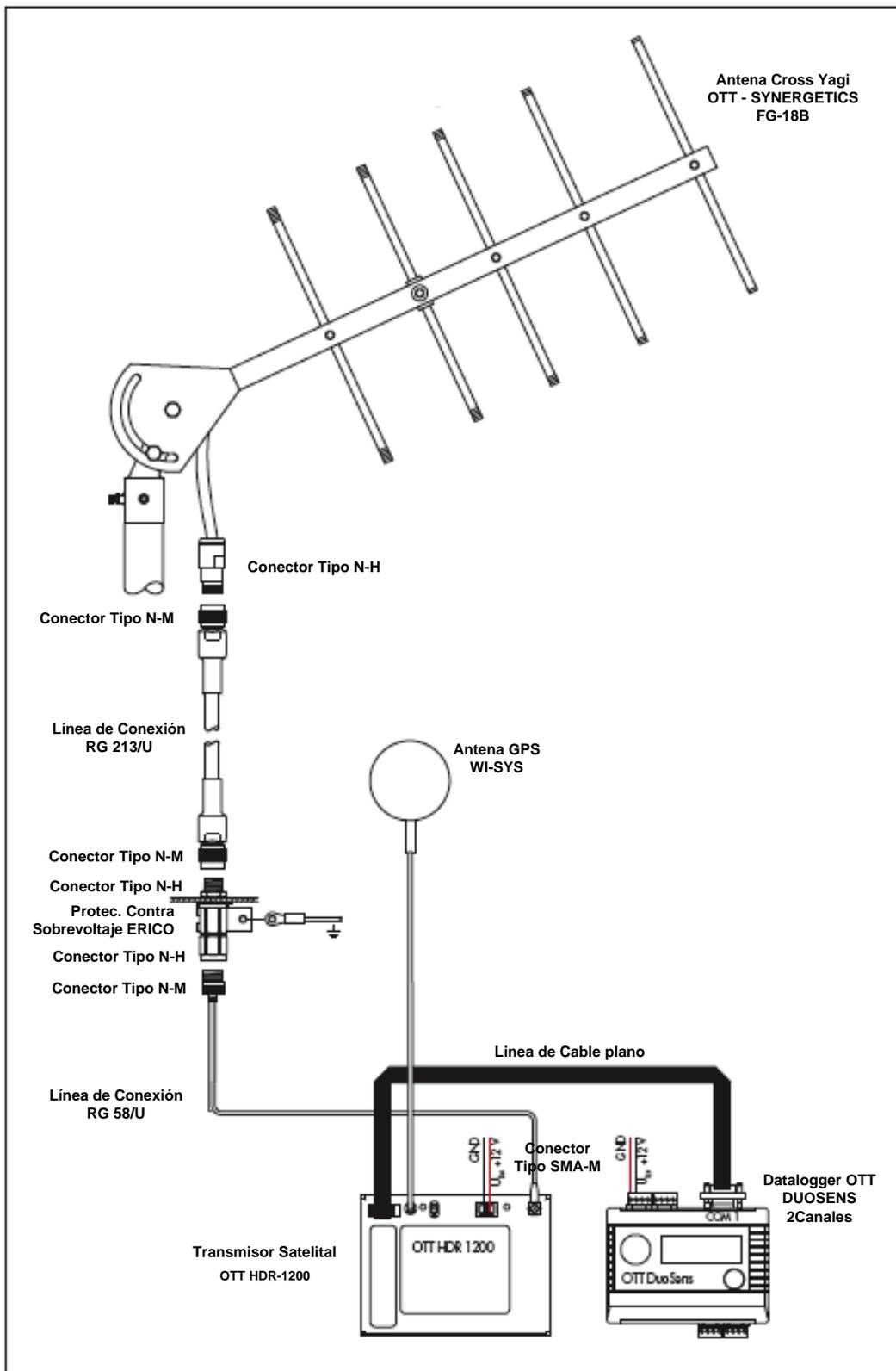


DIAGRAMA 3.10

INGENIERÍA GEOFÍSICA Y SISTEMAS S.A. DE C.V.

Sistema de Telemetría GOES

PROYECTO: 10-CNA-OCAVM-05EHAS

TAMAÑO  
Carta

REFERENCIA

REV  
07/2010

CLIENTE: CONAGUA OCAVM

ESCALA

Ninguna

DIAGRAMA-04-PCD-OTT-CNA-OCAVM SISTEMA DE TELEMETRÍA.VSD

FECHA: 06/2010

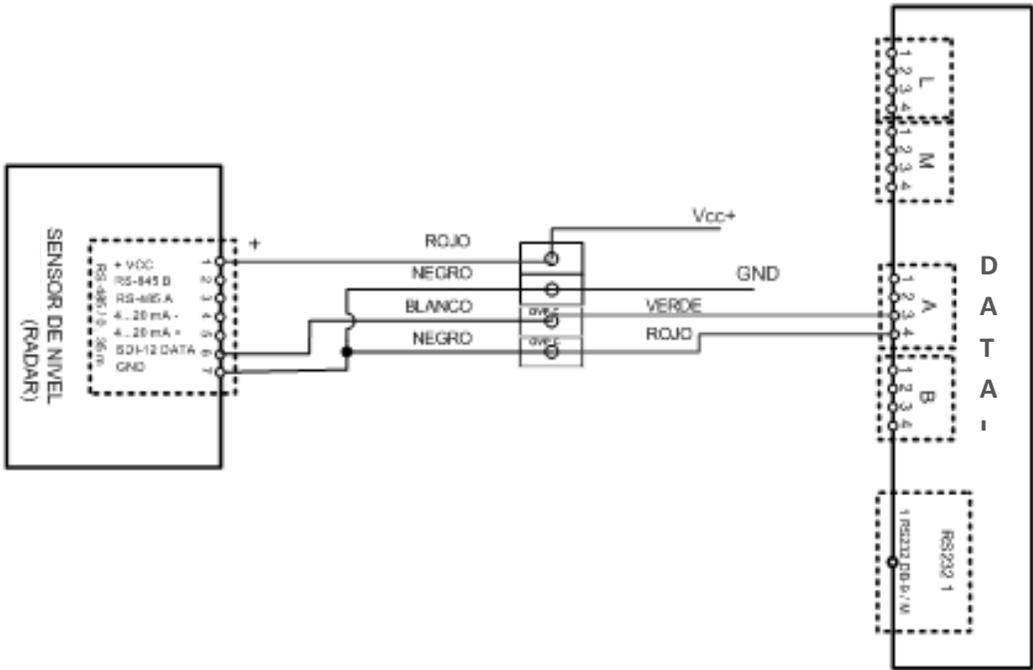
Hoja

1 de 1

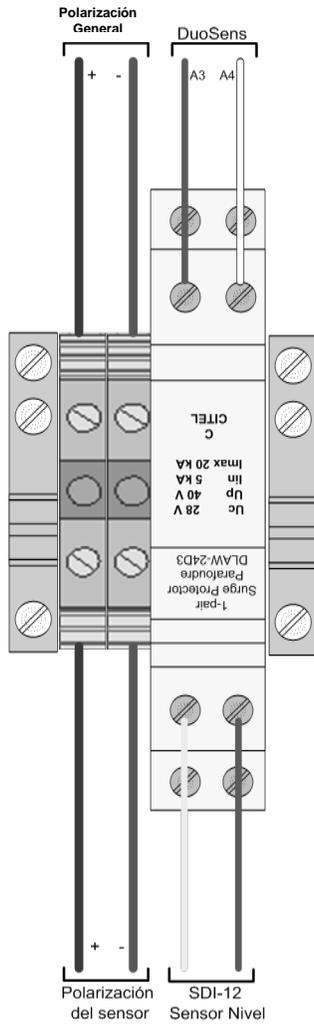
Los componentes electrónicos de la Estaciones Hidrométricas, incluyendo el datalogger y el transmisor GOES son colocados dentro de un gabinete de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con especificación IP66 (NEMA 4), dentro del cual se instalarán también el regulador de voltaje/controlador de carga, la batería, los elementos de protección contra sobretensiones y la bolsa de desecante. A continuación se presenta un ejemplo de las conexiones entre el sensor de nivel y el datalogger.

**Conexión para Sensor de nivel tipo Radar – Datalogger**

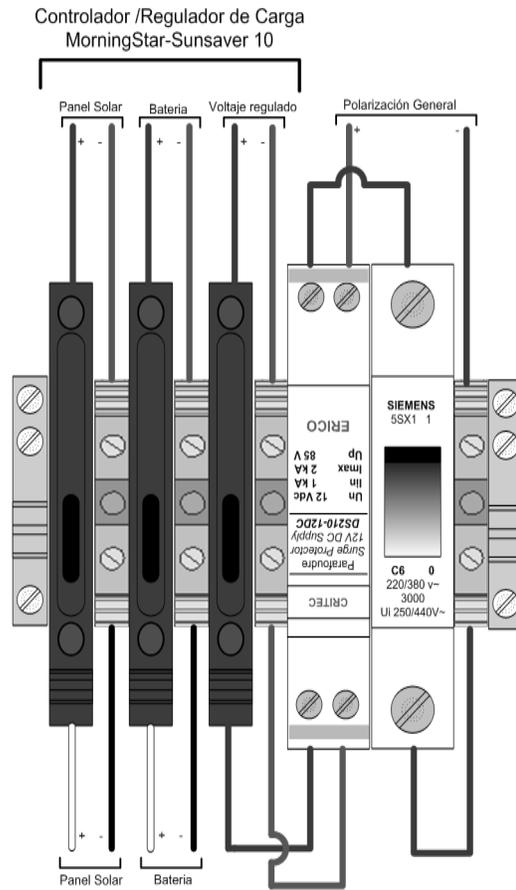
Descripción:	Sensor para medir el nivel del agua
Tipo:	Radar
Comunicación:	SDI-12



### Protecciones de Línea contra sobre-voltaje para los Sensores



### Protecciones de Línea contra sobre-voltaje y sobre-corriente para la alimentación de la estación.



### Software de Programación

El Software de Operación del registrador de datos (datalogger) es diseñado especialmente para el equipo, dicho software corre bajo Windows (98/2000/XP/VISTA/7) y se utiliza para programar de forma sencilla el registrador de datos. Se puede programar el funcionamiento automático de adquisición de datos, frecuencia de medición, valores de umbrales de variación, proceso estadístico (valores máximos, mínimos, medios, etc.); almacenamiento, transmisión de datos y alarmas por diferentes medios de telemetría soportados incluyendo UHF y GOES. También se puede programar la adquisición automática de parámetros de mantenimiento, digitales y analógicos, tales como temperatura interna, voltaje de la batería, etc. El software permite realizar actualizaciones de Firmware del DuoSens.

*Ejemplo de configuración del programa de operación del DuoSens:*

Canal:

Canal	
Número	0001
Nombre	Nivel
Unidad	m
Puntos decimales	2

Intervalo de  
Medición:

Intervalo de medición	
Intervalo de consulta	00:10:00

SDI-12 Master

SDI-12 Master			
Terminal	A 3-4	Modo Medición	M!
Dirección-esclavo	0		
N° valor medido	1		
N° valor medido	N° Terminal virtual	N° valor medido	N° Terminal virtual
2	...	6	...
3	...	7	...
4	...	8	...
5	...	9	...

Tabla de linealización

Entrada	Salida
0.01	0.01
35	35

Escala  $y=ax+b$

Y = -1 \* X + 0

Rango de valores solo positivo

### 3.2.7 Protocolo de comunicación SDI-12

SDI-12 son las siglas para “Interfaz Serial de Datos en 1200 baudios”. Fue desarrollada para la instrumentación de sensores inteligentes que supervisan, por lo general, datos ambientales. Estos instrumentos son típicamente de baja potencia (12 V), son de uso frecuente en posiciones remotas, y se comunican generalmente con un “datalogger” u otro dispositivo de adquisición de datos.

Esta comunicación se presenta mediante la configuración amo-esclavo, en donde el datalogger actúa típicamente como el amo, supervisando y monitoreando los datos en los sensores, que son los esclavos. Un amo puede comunicarse con esclavos múltiples, así que el protocolo SDI-12 requiere que cada dispositivo en la red esté identificado con una dirección única, que es representada por un solo carácter ASCII. Esta comunicación se efectúa digitalmente a lo largo de una sola línea serial. El sistema de direccionamiento digital permite que el datalogger envíe una dirección sobre una sola línea de comunicación que puede ser ocupada hasta por 20 sensores, solo el sensor preconfigurado con la dirección correcta responderá, mientras que los otros sensores en la misma línea no responderán y permanecerán en “modo de sueño” (modo de baja consumo), hasta que sean llamados (a menudo en una secuencia) por el datalogger.

Las ventajas del protocolo, son la capacidad de utilizar un solo canal disponible de los datos para muchos sensores eliminando la limitante que se presenta debido al número de puertos disponible en el registrador de datos.

La comunicación SDI-12 puede también tener el factor limitador, de tomar alrededor 20-30 segundos para tomar una medida, no obstante una resolución mejor que esto no es un intervalo típico de la medida en usos del campo.

El protocolo eléctricamente es una conexión digital de tres alambres: datos, tierra y 12V. No lleva ninguna semejanza a RS-485 o a RS-232 aunque la sincronización es similar. Los datos en línea se transmiten en el ASCII llano.

### **3.3 Flujo de Información y Datos**

Las estaciones adquieren las mediciones de las variables hidrométricas y transmiten en intervalos definidos periódicamente, los datos al satélite GOES (GeostationaryOperationalEnvironmentalSatellite). Los datos se reciben y almacenan en la base de datos de la NOAA (NationalOceanic andAtmosphericAdministration) y en base de datos de la Estación Terrena (DRGS) de la Ciudad de México. El Centro de recepción recupera periódicamente los datos a través de internet, o de alguna intranet de una institución autorizada, en estos centros se cuenta con el software que procesa y almacena los datos y después genera y publica periódicamente reportes WEB. A continuación en la figura 4 se muestra un esquema ilustrativo de las etapas que conforman el flujo de los datos adquiridos por una EHA.

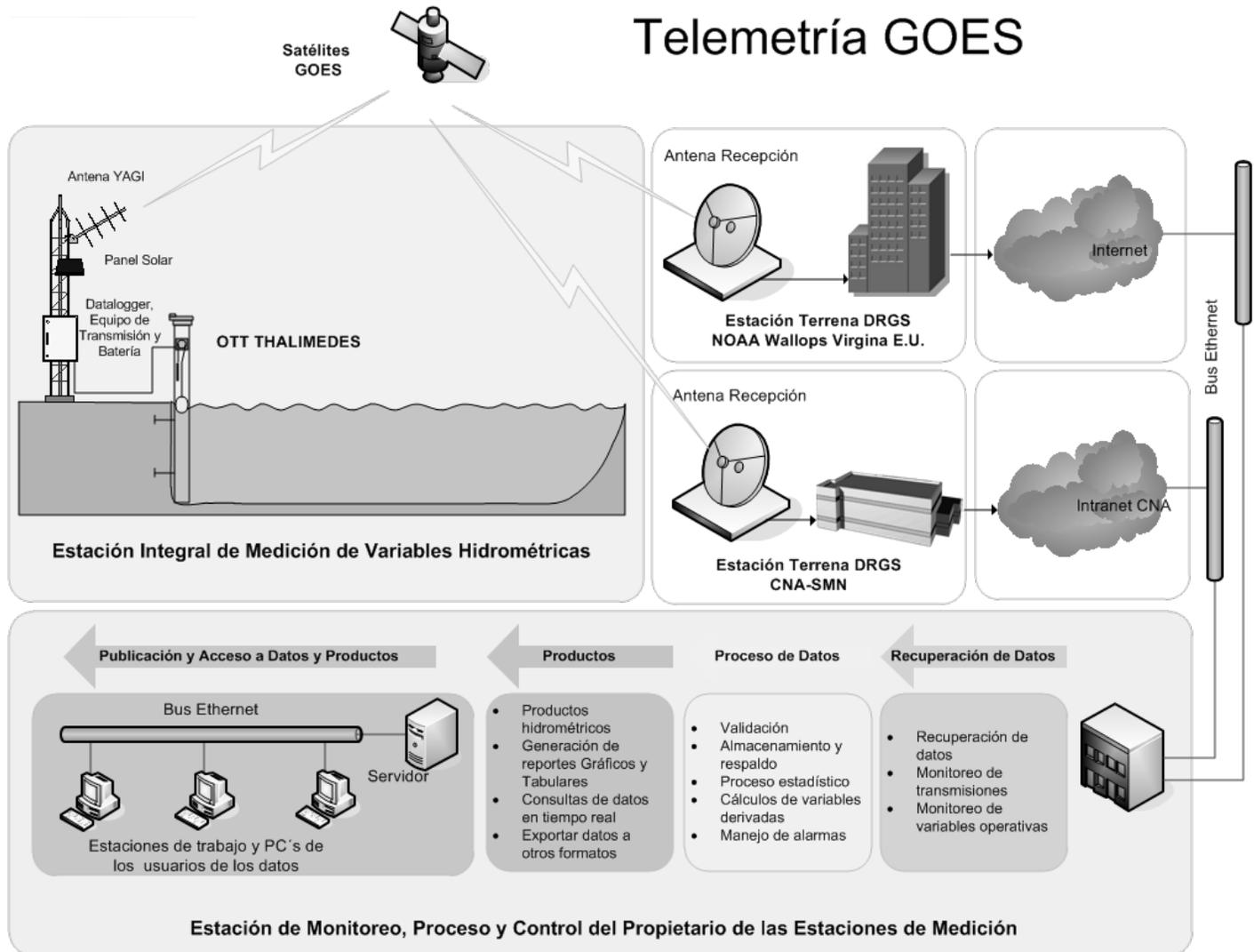


Figura 4. Esquema de flujo de información

### 3.3.1 Telemetría Satelital GOES

Los satélites GOES forman parte de un sistema de satélites hemisféricos geoestacionarios desarrollados por el gobierno de los EE.UU. con la finalidad de monitorear y pronosticar eventos meteorológicos. Dichos satélites son operados por NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) y fueron diseñados y puestos en órbita por la NASA (National Aeronautics and Space Administration).

A los fines de efectuar una cobertura completa de toda la Tierra, los servicios meteorológicos internacionales acordaron la colocación en órbita de cinco satélites de características similares

según el programa World Wide Geosynchronous Satellite System (WWGSS). El WWGSS estuvo diseñado de acuerdo con las siguientes responsabilidades: los satélites GOES, a cargo de los EE.UU., una plataforma a cargo de los países europeos (METEOSAT), el satélite GMS operado por Japón y una quinta plataforma satelital (INSAT), a cargo del gobierno de la India. La primera generación de la serie GOES comenzó a operar a partir de mediados de la década de los años 70, pudiéndose desde entonces monitorear exitosamente parámetros ambientales en forma continua.

Los satélites GOES llamados también "satélites meteorológicos", debido a que sus principales aplicaciones se encuentran en meteorología y campo de ciencias afines. Son satélites geostacionarios, lo que significa que permanecen fijos en un punto del espacio, estáticos en relación a la Tierra, acompañando a ésta en su rotación. Su órbita se encuentra en el plano ecuatorial, siendo su distancia a la tierra de aproximadamente 36000 km. Los satélites GOES cubren la tierra según dos sectores: Este y Oeste, posicionándose respectivamente a los 75° Longitud Oeste y a 135° Longitud Oeste, sobre la línea del paralelo de los 0° (ecuador).

Dentro de los sistemas de monitoreo soportados por los satélites GOES se tiene el Sistema de Colección de Datos (DCS por sus siglas en ingles). Este consta de tres segmentos: segmento espacial, segmento terreno y segmento de usuario. El segmento de usuario consta de las plataformas de recolección de datos DCP (del inglés Data Collection Platforms) como pueden ser estaciones ambientales, EHAs, EMAs, etc.

El segmento espacial consiste en el receptor de datos del sistema colocado en el satélite y el segmento terreno, consiste de las estaciones habilitadas para recibir y procesar los datos almacenados después de que el satélite los retransmite, como son las Estación Terrena de Lectura Directa de Datos (DRGS por sus siglas en ingles).

La telemetría GOES soporta dos modos de operación simultáneos: transmisión de mensajes de datos a intervalos regulares (Self-timed) y transmisión aleatoria (en tiempo real) de mensajes de datos para eventos extraordinarios (Random).

- El modo a intervalos regulares, la NOAA asigna ventanas tiempo, con inicio específico, en un canal de transmisión para enviar los datos al satélite. La estación debe contar con un temporizador que controle estas transmisiones. Este modo es para transmisiones a intervalos regulares en una ventana de tiempo asignada. Se pueden solicitar a la NOAA: ventanas de transmisión de 120, 60, 45, 30, 15 y 10 segundos de duración e Intervalo de transmisión de 6, 4, 3 y 1 hora. El inicio de la ventana de transmisión lo asigna directamente la NOAA en función de la disposición del tiempo de satélite.
- El modo aleatorio permite que la estación transmita en tiempo real cuando un parámetro medido excede un umbral crítico preestablecido por el usuario. Por ejemplo; el nivel de agua sube 15 cm en 10 minutos o cuando se alcanza una intensidad de precipitación de 50 mm/hr, en cuanto estos eventos ocurren o finalizan se transmite uno o más mensajes de alarma al satélite por un canal definido para este fin.

### 3.3.2 Recuperación de los Datos Transmitidos

La recuperación de los datos transmitidos puede ser por los siguientes medios:

- Servidores de base de datos de la NOAA:  
La NOAA ofrece a los usuarios del sistema DCS acceso a los datos transmitidos por estaciones remotas, mediante servidores de datos conectados a Internet *DCSAutomatic Processing System* y *Local Readout Ground Station* (DAPS y LRGS por sus siglas en inglés). Al ser aceptado como usuario del sistema DCS la NOAA asigna un nombre de usuario y contraseña para acceder a dichos servidores de datos. Los mensajes se encuentran disponibles para ser descargados 10 segundos después de que fueron transmitidos y permanecen en el servidor de datos durante un periodo de tiempo considerable.
- Estación Terrena de Lectura Directa de Datos (DRGS por sus siglas en inglés) propiedad del usuario de las estaciones:  
Una estación terrena permite al usuario recibir en tiempo real directamente de uno de los satélites GOES los datos de las estaciones remotas, sin tener que depender ni acceder a ningún servidor externo para recuperar los datos. Los mensajes de alarma se reciben en tiempo real. Se pueden administrar datos de miles de estaciones, dependiendo de la capacidad de la estación terrena.

Finalmente como ventajas de la telemetría GOES se puede mencionar que el uso de la telemetría satelital GOES no tiene costo para organismos gubernamentales en México, por lo cual para redes de estaciones de tipo hidrométricas o hidrometeorológicas, este medio ofrece el mayor costo-beneficio con respecto a otros, además de que la telemetría satelital GOES cuenta con muchos años en operación trabajando en forma estable, miles de estaciones operando con este tipo de telemetría alrededor del mundo y cientos en México.

### 3.3.3 Software de recuperación y manejo de datos

El área de software de la empresa se hace cargo de la recuperación, procesamiento y distribución de los datos. Esto es de suma importancia ya que de esta forma se ofrece al usuario final el acceso y gestión de la información mediante herramientas de software que permiten dar un sinfín de usos a los datos recuperados.

El software Hydras 3 Basic y el HydroMET Pro son herramientas diseñadas especialmente para la recuperación, almacenamiento y distribución de datos así como para la configuración de las estaciones en el ambiente del software. El software en esta versión soporta:

- Recepción y administración de datos de diferentes fuentes DRGS y LRGS, incluye almacenamiento, administración de estaciones, generación y publicación de productos hidrométricos.

- Software diseñado y desarrollado para usarse en aplicaciones hidrométricas, incluyendo la administración de redes de medición.
- Incluye el manejo de alarmas programadas para activarse por eventos extraordinarios o tendencia de valores medidos o enviados por los sistemas de medición con capacidad de enviar avisos a un usuario o grupo de usuarios por e-mail.
- Puede desplegar los datos más actuales en forma tabular y gráfica de múltiples variables simultáneamente por cada sitio, incluyendo eventos de alarmas.
- Cuenta con una base de datos relacional tipo cliente/servidor con capacidad suficiente para el almacenamiento de los datos recibidos o recuperados en una estación central para 50 sitios de medición.
- Cuenta con las herramientas necesarias para edición, modificación y eliminación de datos, así como capacidad automática de rellenos de huecos de series de tiempo de datos faltantes por extrapolación.
- Incluye capacidad para la generación automática de reportes en formato Web de tipo gráfico y tabular de todas las variables en periodos regulares indicados por el usuario, cuenta con la opción de enviarlos a un servidor Web o FTP remoto para su publicación.
- Permite el manejo de más de 50 sitios de medición, se puede crear una representación lógica de sistemas y sensores. Los sitios se pueden organizar por su pertenencia a una red, que a su vez pueda ser asignada a una zona y a una región. Las zonas, regiones, estaciones y sensores son fácilmente identificables, ya sea mediante un número o un nombre, o un icono gráfico de un color determinado. Véase figura 5.
- Permite el manejo de imágenes y mapas de diferentes formatos (p.ej.: shape-SHP) para posicionamiento de los sitios y sensores.
- Permite el manejo y generación de nuevas series de tiempo a partir de series ya existentes (variable virtual o derivada) mediante el uso de fórmulas o tablas.
- Se puede incluir el diseño de una página Web para la publicación de datos más recientes, casi al mismo tiempo que se reciben, un minuto de retardo, en formato tabular y gráfico, así como la generación y publicación Web de reportes de valores de máximos mínimos y promedios por día, semana y mes.
- Exportación de datos a diferentes formatos (EXCEL, TXT, CVS, XML, etc.)

Identificador	Nombre de	Latitud	Longitud	Elevacion	Plano	Intervalo de	Verdadero de	Velocidad de	Informacion
23	CHITRAN	0.0000	0.0000	73	00.00.00	00.00.00	00.00.00	00.00.00	
2	BUCA TOMAZON	0.0000	0.0000	173	00.55.20	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
3	BOHMAS I	0.0000	0.0000	172	00.32.40	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
1	BOHMAS ALTA	0.0000	0.0000	173	00.38.50	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
25	EL WIGE	0.0000	0.0000	173	00.15.40	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
12	EL NAVARRO	0.0000	0.0000	79	00.38.50	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
23	EL BURIO	0.0000	0.0000	80	00.23.15	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
16	EL PUNO	0.0000	0.0000	79	00.38.40	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
11	FRANCO PORTER	0.0000	0.0000	173	00.48.90	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
13	ESTUARIOS R.	0.0000	0.0000	173	00.40.40	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
18	GALLINAS	0.0000	0.0000	79	00.38.20	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
30	LA ENCANTADA	0.0000	0.0000	82	00.30.00	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
9	LA SEPULCRA	0.0000	0.0000	80	00.38.10	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
16	LAS AGUAS	0.0000	0.0000	79	00.42.50	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
30	LOS HILLOS	0.0000	0.0000	79	00.52.30	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
6	MADRID	0.0000	0.0000	173	00.38.30	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
5	MAGISCATZIN	0.0000	0.0000	173	00.25.50	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
22	MADRID	0.0000	0.0000	172	00.33.30	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
29	PLATAN SAKOH	0.0000	0.0000	79	00.42.40	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
26	PUERTO HERRERA	0.0000	0.0000	80	00.22.30	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
3	PUERTO HERRERA	0.0000	0.0000	173	00.38.30	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
17	REACTIVO	0.0000	0.0000	173	00.58.40	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
6	RIO RIO	0.0000	0.0000	173	00.28.80	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
7	SABANAS	0.0000	0.0000	80	00.58.50	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
8	SAN SEBASTIAN	0.0000	0.0000	80	00.30.50	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
27	SAN VICENTE	0.0000	0.0000	173	00.38.90	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
13	SANTA ROSA	0.0000	0.0000	79	00.56.30	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
21	TAMBO	0.0000	0.0000	173	00.48.80	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
15	TAMBO	0.0000	0.0000	79	00.42.00	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
18	TEMANILLA	0.0000	0.0000	79	00.38.00	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
26	TEMPAL	0.0000	0.0000	80	00.18.30	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
20	TERRAZALES	0.0000	0.0000	79	00.52.20	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000
23	TERRAZALES	0.0000	0.0000	79	00.38.10	00.00.00	00.00.00	00.00.00	000

Figura 5. Administración de las estaciones

### Manejo de ecuaciones y tablas de escala-gasto

El sistema cuenta con la opción de manejo de sensores virtuales. Mediante esta opción maneja la generación de nuevas series de tiempo usando tablas o fórmulas, partiendo de los datos de un sensor físico, (p.e.: nivel de agua u otro sensor virtual, p.e.: volumen a partir gasto); esta opción es necesaria para el caso de que se desee obtener el gasto y el volumen a partir del nivel del agua, usando tablas o fórmulas de escala-gasto. En la figura 6 se muestra un ejemplo del manejo de ecuaciones del software.

Figura 6. Introducción de ecuaciones.

### ***Manejo de alertamiento para avenidas y condiciones de estiaje***

El sistema permite configurar múltiples niveles de alertamiento en umbrales altos y niveles en umbrales bajos y puede enviar mensajes de alarmas por correo electrónico a un usuario o grupo de usuarios y reportar la alarma en pantalla. Las notificaciones se pueden enviar porque se rebasó un umbral de nivel alto o porque se regresó a una condición normal de nivel. En caso de estiaje también se puede generar una alarma por bajos niveles, para notificar el cierre de compuertas por ejemplo. Dentro de la definición de los límites o umbrales se pueden definir niveles de avenidas históricas y generar notificaciones para que se tomen acciones, por ejemplo, de avisos a autoridades correspondientes, desalojos de poblados por inundación, riesgos por inundación, etc. Véase figura 7.

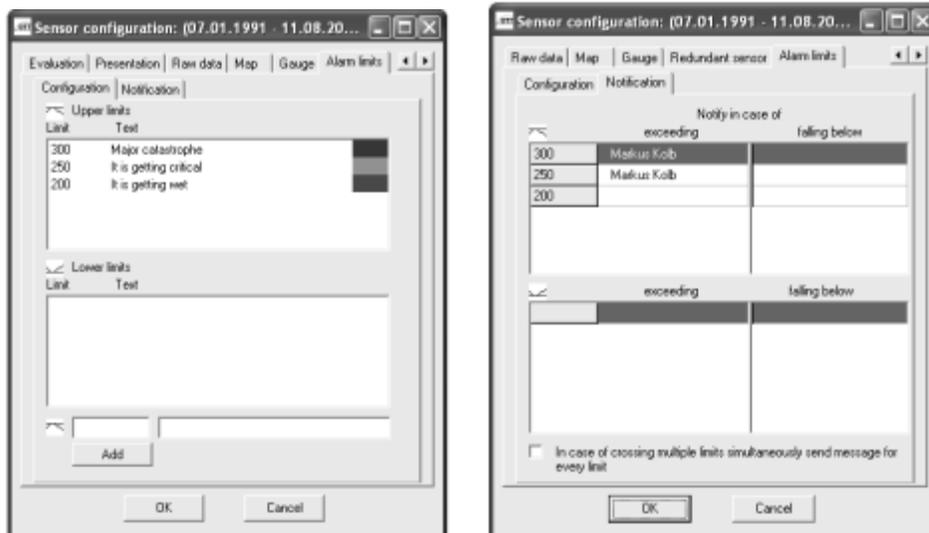


Figura 7. Configuración de límites de alertamiento

## **3.4 Instalación y puesta en marcha de la Red**

Una vez finalizado el proceso de planeación, diseño e integración de los sistemas, el último paso para concluir con el proyecto es la instalación y puesta en marcha de la red. Siendo esta una etapa crucial y en donde el área técnica debe desempeñar sus funciones con altos índices de calidad para asegurar el correcto funcionamiento y operación de las estaciones.

Para llevar a cabo la instalación de la red primero se realizó un plan de acción en donde se asignó una brigada de trabajo, compuestas por dos o tres personas.

Las actividades de instalación de la red de 6EHAS (Estaciones Hidrométricas Automáticas) comprendieron, de manera general las siguientes tareas:

- Ubicación exacta de los sitios de instalación.
- Instalación de estructura tubular especialmente diseñada para montaje de equipos y sensores en estos sitios.
- Instalación de los componentes electrónicos de la estación, incluyendo el datalogger y el transmisor satelital GOES colocados dentro de un gabinete de poliéster reforzado con fibra de vidrio hermético con especificación NEMA 4, dentro del cual se instalaron también la batería de 35Ah, el controlador/regulador de carga, elementos de protección, cableado de conexiones y accesorios de canalización e integración.
- Instalación del sistema de telemetría satelital: transmisor satelital GOES, antena GPS, antena Yagi y dispositivo de protección contra descargas atmosféricas. Los cables del panel solar, el sensor de nivel tipo codificador angular y de la antena GPS, se protegieron con un ducto de polímero de alta resistencia, durabilidad, flexibilidad y con protección contra rayos UV.
- Instalación del sensor de nivel tipo radar RLS en la Obra de Toma de la Presa Valle de Bravo y del sensor tipo codificador angular SE-200 en el resto de los sitios. El tipo de instalación y la manera de comunicación entre el sensor de nivel y el datalogger se hizo mediante cable.
- En todas las estaciones se instaló para canalizar y proteger todos los cables, un poliducto de PVC flexible con espiral de refuerzo en PVC rígido antichoc que cumple con la norma UL, y posee las siguientes características relevantes: a prueba contra oxidación, construcción libre de superficies filosas, resistencia a la intemperie, protección a los rayos ultravioleta (UV), construido con componentes autoextinguibles (material antífama) y construcción con materiales no conductores.
- Referenciación de la medición del sensor de nivel para obtener el dato escalado, esto se realizó con el apoyo de los encargados de las estaciones, leyendo las escalas físicas ubicadas en cada sitio, con los valores reportados manualmente o con las indicaciones del personal de la supervisión del proyecto.
- Instalación de los circuitos de protección contra descargas atmosféricas, protección contra sobre tensión, sobre corriente e instalación de sistema de puesta a tierra (tierra física).
- Después de concluir con la fase de pruebas iniciales, constituida por la programación de la estación y por la verificación en la operación de los sensores, se realizó una prueba de operación de todo el sistema durante 72 horas, verificando que los datos medidos fueran transmitidos y recibidos vía satélite en la DRGS del Servicio Meteorológico Nacional en la Cd. de México, así como que los datos fueran almacenados en la propia estación, dando con esto por concluido el proceso de puesta en marcha de cada estación.
- Finalmente, se levantó un inventario de equipos y partes de cada una de las estaciones.

A continuación se incluyen las “Memorias Técnicas de Instalación” para cada uno de los sitios, en estas se encuentra la información más relevante tanto de las condiciones de instalación como de los resultados obtenidos en la instalación.

<b>MEMORIA TECNICA DE INSTALACION</b>	
<b>A.- IDENTIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN</b>	
Nombre de la estación:	<b>PRESA VALLE DE BRAVO</b>
Clave de la estación:	<b>OCAVM00001</b>
Tipo de estación:	<b>Hidrométrica</b>
Propietario:	<b>Comisión Nacional del Agua Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México</b>
Latitud:	<b>19°12'31.72" N</b>
Longitud:	<b>100°10'49.17" O</b>
Elevación aproximada:	<b>1794 msnm</b>
Cuenca hidrológica:	<b>Valle de Bravo – Amanalco</b>
<b>B.- FOTOGRAFÍAS DE LA ESTACIÓN</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Instalación del panel solar</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Sensor de nivel (radar) RLS</b></p> </div> </div>	



Conexiones de los equipos en gabinete



Estación hidrométrica automática

### C.- INFORMACIÓN PARA TRANSMISIÓN SATELITAL

Satélite empleado:	GOES – ESTE
Identificador satelital:	15C835F6
Canal de acceso al satélite:	143
Hora de primera transmisión (GMT):	00:59:00
Intervalo de transmisión:	1 hora
Ventana de transmisión:	15 s
Angulo de azimut de la antena Yagi	124.98°
Angulo de elevación de la antena Yagi	53.55°
Fecha de inicio de Transmisión:	2010-10-17

### D.- DESCRIPCIÓN DEL SITIO

Lugar de instalación:	Obra de Toma-Presa Valle de Bravo
Tipo de orografía:	Montañosa
Tipo de suelo:	Cemento
Antigüedad de la estación:	Nueva
Hay vigilancia continua:	Si
Existe posible vandalismo:	No

### E.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Se instaló en: Suelo ( ) Azotea ( ) Losa de concreto ( X )

El gabinete se instaló en la pared interior de la obra de toma, mientras las antenas Yagi y GPS, el panel solar y el sensor de nivel RLS fueron montados en la pared exterior de la obra, en herrajes especialmente diseñados.

Se Instaló malla de protección	No	Se instaló sistema de pararrayos	No
Dimensión malla de protección (m)	N.A.	Se instaló sistema de puesta a tierra	No

Tipo de torre	N.A.	El agua inunda la estación	No
Altura de torre (m)	N.A.	Existe cobertura radio UHF	No
Nombre del 1er. operador	N.A.	Existe cobertura celular	Si
<b>F.- INSTALACIÓN DEL SENSOR DE NIVEL</b>			
Lugar en donde mide	<b>Presa Valle de Bravo</b>	Accesorio para montaje	<b>Brazo tipo B</b>
Sensor de nivel de redundancia	<b>Ninguno</b>	El agua inunda la estructura	<b>No</b>
Protocolo de comunicación	<b>SDI-12</b>	Lugar de instalación del sensor	<b>Pared exterior de la Obra de Toma</b>
Medio de comunicación	<b>Cable</b>	El sitio cuenta con escalas	<b>Si</b>
Longitud cable/manguera/vista	<b>5 m</b>	Cuenta con canastilla	<b>No</b>
Protección de cable/manguera	<b>Tubo Conduit</b>	Escala de nivel máxima registrada	<b>1831.30 m</b>
Ancho de la estructura (m)	<b>N.A</b>	Ancho de la sección de aforo aprox.	<b>N.A</b>
Altura aprox. de la estructura al lecho	<b>18.00 m</b>	La sección de aforo es estable	<b>Si</b>
<b>Observaciones adicionales</b>			
<p>En este sitio se instaló un sensor de tipo radar, marca OTT, modelo RLS en la Obra de toma de la Presa Valle de México. El sensor de radar se instaló en la pared exterior de la obra que da al sur-este. Para el escalamiento en la medición del sensor de nivel, se tomo la información del banco de nivel y escalas instaladas en el sitio. Para la medición del radar se considera un rango de nivel de 11 m según información del aforador.</p> <p>Se instaló el sensor RLS, una batería de alimentación, un controlador de carga y panel solar, además de un gabinete NEMA 4 para el resguardo de los equipos. Para la instalación del sensor de nivel se suministró e instaló un brazo metálico de material resistente a la corrosión.</p>			
<b>G.- PRUEBAS DE CAMPO</b>			
<b>Sensor de nivel</b> Tipo de sensor: Radar El sensor se conecto mediante protocolo SDI-12 y se realizaron pruebas de funcionamiento del sensor	SI ( X )	NO ( )	
<b>Panel solar (panel fotovoltaico)</b> Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento	SI ( X )	NO ( )	
<b>Batería recargable</b> Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento	SI ( X )	NO ( )	
<b>Protecciones contra sobre voltaje</b> Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor	SI ( X )	NO ( )	
<b>Protecciones contra sobre corriente</b> Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor	SI ( X )	NO ( )	
<b>Protecciones contra descargas atmosféricas (línea de RF)</b> Se instaló y se realizaron pruebas de operación para la línea de radio frecuencia del sistema de comunicación GOES	SI ( X )	NO ( )	
<b>Sistema de puesta a tierra</b> Se instaló con el objetivo de garantizar la condición de baja impedancia.	SI ( )	NO ( X )	

<b>H.- PRUEBAS DE TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE GOES</b>		
Verificación de sincronía con el reloj del datalogger y Transmisor GOES con el sistema GPS integrado en el transmisor.	SI ( X )	NO ( )
Verificación de la potencia de transmisión: <b>48 dB</b>	SI ( X )	NO ( )
Verificación de que se envió al menos una transmisión	SI ( X )	NO ( )
<b>I.- OTROS</b>		
Se colocó candado en la puerta de acceso al sitio	SI ( )	NO ( X )
En el interior de la caja contenedora se dejó lo siguiente:		
Fusibles de repuesto	SI ( X )	NO ( )
Bolsa con desecante	SI ( X )	NO ( )
Se colocó candado en la puerta del gabinete	SI ( X )	NO ( )
Se explicaron los cuidados básicos necesarios de la estación al encargado	SI ( X )	NO ( )

## MEMORIA TECNICA DE INSTALACION

### A.- IDENTIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN

Nombre de la estación:	EL SALTO
Clave de la estación:	OCAVM00002
Tipo de estación:	Hidrométrica
Propietario:	Comisión Nacional del Agua Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México
Latitud:	19°13'23.83"N
Longitud:	100° 7'39.47"O
Elevación aproximada:	1805 msnm
Cuenca hidrológica:	Valle de Bravo – Amanalco

### B.- FOTOGRAFÍAS DE LA ESTACIÓN



Panel solar y antena Yagi



Sensor de nivel SE-200



Estación Hidrométrica Automática



Estación Hidrométrica Automática

<b>C.- INFORMACIÓN PARA TRANSMISIÓN SATELITAL</b>			
Satélite empleado:	GOES – ESTE		
Identificador satelital:	15D470FE		
Canal de acceso al satélite:	79		
Hora de primera transmisión (GMT):	00:54:45		
Intervalo de transmisión:	1 hora		
Ventana de transmisión:	15 s		
Angulo de azimut de la antena Yagi	125°		
Angulo de elevación de la antena Yagi	53.5°		
Fecha de inicio de Transmisión:	2010/11/20		
<b>D.- DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Lugar de instalación:	En pasarela de concreto		
Tipo de orografía:	Montañosa		
Tipo de suelo:	Arena-Arcilla-Piedra		
Antigüedad de la estación:	***		
Hay vigilancia continua:	No		
Existe posible vandalismo:	Si		
<b>E.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN</b>			
Se instaló en: Suelo ( ) Azotea ( ) Losa de concreto ( x )			
Se acordó con la supervisión del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México de la CONAGUA, que acudió al recorrido, que la nueva estación sea en la margen derecha del río y a la altura de la estación convencional.			
El gabinete se instaló dentro de una caseta de malla ciclónica de 4m x 2m, que se encuentra sobre una pasarela de concreto, adicionalmente el gabinete y el sensor de nivel SE-200 se encuentran dentro de una jaula con barrotes de fierro de ½” para brindarles máxima protección, además se colocaron candados tanto en la caseta, como jaula y en el gabinete. Las antenas Yagi y GPS así como el panel solar, se montaron en una estructura tubular de 6m de altura, diseñada especialmente para esta aplicación, la estructura fue sometida a un proceso de protección especial, con terminado de esmalte epóxico que proporciona una alta durabilidad y resistencia en ambientes de intemperie.			
Se Instaló malla de protección	Ya existe	Se instaló sistema de pararrayos	No
Dimensión malla de protección (m)	4mx2m	Se instaló sistema de puesta a tierra	Si
Tipo de mástil	Estructura tubular 1 1/2”	El agua inunda la estación	No se tiene registro
Altura de mástil (m)	6m	Existe cobertura radio UHF	No
Nombre del 1er. operador encargado en el sitio	N.A.	Existe cobertura celular	Si
<b>F.- INSTALACIÓN DEL SENSOR DE NIVEL</b>			
Lugar en donde mide	Rio Amanalco	Accesorio para montaje	Herraje SE-200
Sensor de nivel de redundancia	Ninguno	El agua inunda la estructura	No
Protocolo de comunicación	RS485-SDI12	Lugar de instalación del sensor	Tubo de aquietamiento
Medio de comunicación	Cable	El sitio cuenta con escalas	Si

Longitud cable/manguera/vista	<b>10 m</b>	Cuenta con canastilla	<b>No</b>
Protección de cable/manguera	<b>Tubo de acero galvanizado</b>	Escala de nivel máxima registrada	<b>No se tiene registro</b>
Ancho de la estructura (m)	<b>2m</b>	Ancho de la sección de aforo aprox:	<b>4 m</b>
Altura aprox. de la estructura al lecho	<b>3.5 m</b>	La sección de aforo es estable	<b>Si</b>
<b>Observaciones adicionales</b>			
El sensor de nivel se instaló en el tubo de aquietamiento con un herraje de acoplamiento el cual permitirá su operación y protección contra vandalismo. El sensor está colocado dentro del tubo de aquietamiento y se colocó una capucha de aluminio que además de sellar el tubo protege el sensor contra el vandalismo y la intemperie. Adicionalmente este equipo se encuentra dentro de una jaula de protección con candado.			
<b>G.- PRUEBAS DE CAMPO</b>			
<b>Sensor de nivel</b>			
Tipo de sensor: Codificador Angular		SI ( X )	NO ( )
El sensor se conectó mediante protocolo SDI-12 y se realizaron pruebas de funcionamiento del sensor			
<b>Panel solar (panel fotovoltaico)</b>			
Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento		SI ( X )	NO ( )
<b>Batería recargable</b>			
Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra sobre voltaje</b>			
Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra sobre corriente</b>			
Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra descargas atmosféricas (línea de RF)</b>			
Se instaló y se realizaron pruebas de operación para la línea de radio frecuencia del sistema de comunicación GOES		SI ( X )	NO ( )
<b>Sistema de puesta a tierra</b>			
Se instaló con el objetivo de garantizar la condición de baja impedancia.		SI ( X )	NO ( )
<b>H.- PRUEBAS DE TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE GOES</b>			
Verificación de sincronía con el reloj del datalogger y Transmisor GOES con el sistema GPS integrado en el transmisor.		SI ( X )	NO ( )
Verificación de la potencia de transmisión: <b>47dB</b>		SI ( X )	NO ( )
Verificación de que se envió al menos una transmisión		SI ( X )	NO ( )
<b>I.- OTROS</b>			
Se colocó candado en la puerta de acceso al sitio		SI ( X )	NO ( )
En el interior de la caja contenedora se dejó lo siguiente:			
Fusibles de repuesto		SI ( X )	NO ( )
Bolsa con desecante		SI ( )	NO ( )
Se colocó candado en la puerta del gabinete		SI ( X )	NO ( )
Se explicaron los cuidados básicos necesarios de la estación al encargado		SI ( )	NO ( X )

## MEMORIA TECNICA DE INSTALACION

### A.- IDENTIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN

Nombre de la estación:	SANTA MONICA
Clave de la estación:	OCAVM00003
Tipo de estación:	Hidrométrica
Propietario:	Comisión Nacional del Agua Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México
Latitud:	19°10'9.90" N
Longitud:	100° 7'14.00" O
Elevación aproximada:	1885 msnm
Cuenca hidrológica:	Valle de Bravo – Amanalco

### B.- FOTOGRAFÍAS DE LA ESTACIÓN



Sitio de la instalación



Sistema de puesta a tierra



Instalación de la antena y del panel solar



Estación hidrométrica automática

<b>C.- INFORMACIÓN PARA TRANSMISIÓN SATELITAL</b>			
Satélite empleado:	<b>GOES – ESTE</b>		
Identificador satelital:	<b>15D4F6EA</b>		
Canal de acceso al satélite:	<b>79</b>		
Hora de primera transmisión (GMT):	<b>00:55:45</b>		
Intervalo de transmisión:	<b>1 hora</b>		
Ventana de transmisión:	<b>15 s</b>		
Angulo de azimut de la antena Yagi	<b>125°</b>		
Angulo de elevación de la antena Yagi	<b>53.6°</b>		
Fecha de inicio de Transmisión:	<b>2010/21/11</b>		
<b>D.- DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Lugar de instalación:	<b>En pasarela de concreto</b>		
Tipo de orografía:	<b>Montañosa</b>		
Tipo de suelo:	<b>Arena-Arcilla-Piedra</b>		
Antigüedad de la estación:	<b>***</b>		
Hay vigilancia continua:	<b>No</b>		
Existe posible vandalismo:	<b>Si</b>		
<b>E.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN</b>			
<b>Se instaló en:</b> Suelo ( ) Azotea ( ) Losa de concreto ( x )			
Se acordó con la supervisión del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México de la CONAGUA, que acudió al recorrido, que la nueva estación sea en la margen derecha del río y a la altura de la estación convencional.			
El gabinete se instaló dentro de una caseta de malla ciclónica de 4m x 2m, que se encuentra sobre una pasarela de concreto, adicionalmente el gabinete y el sensor de nivel SE-200 se encuentran dentro de una jaula con barrotes de fierro de ½” para brindarles máxima protección, además se colocaron candados tanto en la caseta, como jaula y en el gabinete. Las antenas Yagi y GPS así como el panel solar, se montaron en una estructura tubular de 6m de altura, diseñada especialmente para esta aplicación, la estructura fue sometida a un proceso de protección especial, con terminado de esmalte epóxico que proporciona una alta durabilidad y resistencia en ambientes de intemperie.			
Se Instaló malla de protección	<b>Ya existe</b>	Se instaló sistema de pararrayos	<b>No</b>
Dimensión malla de protección (m)	<b>4mx2m</b>	Se instaló sistema de puesta a tierra	<b>Si</b>
Tipo de mástil	<b>Estructura tubular 1 1/2”</b>	El agua inunda la estación	<b>No se tiene registro</b>
Altura de mástil (m)	<b>6m</b>	Existe cobertura radio UHF	<b>No</b>
Nombre del 1er. operador encargado en el sitio	<b>N.A</b>	Existe cobertura celular	<b>Si</b>
<b>F.- INSTALACIÓN DEL SENSOR DE NIVEL</b>			
Lugar en donde mide	<b>Rio Yerbabuena</b>	Accesorio para montaje	<b>Herraje SE-200</b>
Sensor de nivel de redundancia	<b>Ninguno</b>	El agua inunda la estructura	<b>No</b>
Protocolo de comunicación	<b>SDI12</b>	Lugar de instalación del sensor	<b>Tubo de aquietamiento</b>
Medio de comunicación	<b>Cable</b>	El sitio cuenta con escalas	<b>Si</b>

Longitud cable/manguera/vista	10 m	Cuenta con canastilla	No
Protección de cable/manguera	Tubo de acero galvanizado y poliducto	Escala de nivel máxima registrada	No se tiene registro
Ancho de la estructura (m)	2 m	Ancho de la sección de aforo aprox.	4 m
Altura aprox. de la estructura al lecho	3.5 m	La sección de aforo es estable	Si
<b>Observaciones adicionales</b>			
<p>El sensor de nivel se instaló en el tubo de aquietamiento con un herraje de acoplamiento el cual permitirá su operación y protección contra vandalismo.</p> <p>El sensor está colocado dentro del tubo de aquietamiento y se colocó una capucha de aluminio que además de sellar el tubo protege el sensor contra el vandalismo y la intemperie. Adicionalmente este quipo se encuentra dentro de una jaula de protección con candado.</p>			
<b>G.- PRUEBAS DE CAMPO</b>			
<b>Sensor de nivel</b>			
Tipo de sensor: Codificador Angular		SI ( X )	NO ( )
El sensor se conectó mediante protocolo SDI-12 y se realizaron pruebas de funcionamiento del sensor			
<b>Panel solar (panel fotovoltaico)</b>			
Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento		SI ( X )	NO ( )
<b>Batería recargable</b>			
Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra sobre voltaje</b>			
Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra sobre corriente</b>			
Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra descargas atmosféricas (línea de RF)</b>			
Se instaló y se realizaron pruebas de operación para la línea de radio frecuencia del sistema de comunicación GOES		SI ( X )	NO ( )
<b>Sistema de puesta a tierra</b>			
Se instaló con el objetivo de garantizar la condición de baja impedancia.		SI ( X )	NO ( )
<b>H.- PRUEBAS DE TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE GOES</b>			
Verificación de sincronía con el reloj del datalogger y Transmisor GOES con el sistema GPS integrado en el transmisor.		SI ( X )	NO ( )
Verificación de la potencia de transmisión: <b>47dB</b>		SI ( X )	NO ( )
Verificación de que se envió al menos una transmisión		SI ( X )	NO ( )
<b>I.- OTROS</b>			
Se colocó candado en la puerta de acceso al sitio		SI ( X )	NO ( )
En el interior de la caja contenedora se dejó lo siguiente:			
Fusibles de repuesto		SI ( X )	NO ( )
Bolsa con desecante		SI ( )	NO ( )
Se colocó candado en la puerta del gabinete		SI ( X )	NO ( )
Se explicaron los cuidados básicos necesarios de la estación al encargado		SI ( )	NO ( X )

## MEMORIA TECNICA DE INSTALACION

### A.- IDENTIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN

Nombre de la estación:	EL MOLINO
Clave de la estación:	OCAVM00004
Tipo de estación:	Hidrométrica
Propietario:	Comisión Nacional del Agua Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México
Latitud:	19°10'25.03" N
Longitud:	100° 6'37.75"O
Elevación aproximada:	1984 msnm
Cuenca hidrológica:	Valle de Bravo – Amanalco

### B.- FOTOGRAFÍAS DE LA ESTACIÓN



Sitio de la instalación



Montaje de la estructura



Fijación de la base de la estructura



Estación hidrométrica automática

<b>C.- INFORMACIÓN PARA TRANSMISIÓN SATELITAL</b>			
Satélite empleado:	<b>GOES – ESTE</b>		
Identificador satelital:	<b>15DC11BE</b>		
Canal de acceso al satélite:	<b>117</b>		
Hora de primera transmisión (GMT):	<b>00:30:00</b>		
Intervalo de transmisión:	<b>1 hora</b>		
Ventana de transmisión:	<b>15 s</b>		
Angulo de azimut de la antena Yagi:	<b>125.02°</b>		
Angulo de elevación de la antena Yagi:	<b>53.64°</b>		
Fecha de inicio de Transmisión:	<b>2010/11/22</b>		
<b>D.- DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Lugar de instalación:	<b>En pasarela de concreto</b>		
Tipo de orografía:	<b>Montañosa</b>		
Tipo de suelo:	<b>Arena-Arcilla-Piedra</b>		
Antigüedad de la estación:	<b>***</b>		
Hay vigilancia continua:	<b>No</b>		
Existe posible vandalismo:	<b>Si</b>		
<b>E.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN</b>			
<b>Se instaló en:</b> Suelo ( ) Azotea ( ) Losa de concreto ( x )			
Se acordó con la supervisión del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México de la CONAGUA, que acudió al recorrido, que la nueva estación sea en la margen derecha del río y a la altura de la estación convencional.			
El gabinete se instaló dentro de una caseta de malla ciclónica de 4m x 2m, que se encuentra sobre una pasarela de concreto, adicionalmente el gabinete y el sensor de nivel SE-200 se encuentran dentro de una jaula con barrotes de fierro de ½” para brindarles máxima protección, además se colocaron candados tanto en la caseta, como jaula y en el gabinete. Las antenas Yagi y GPS así como el panel solar, se montaron en una estructura tubular de 6m de altura, diseñada especialmente para esta aplicación, la estructura fue sometida a un proceso de protección especial, con terminado de esmalte epóxico que proporciona una alta durabilidad y resistencia en ambientes de intemperie.			
Se Instaló malla de protección	<b>Ya existe</b>	Se instaló sistema de pararrayos	<b>No</b>
Dimensión malla de protección (m)	<b>4mx2m</b>	Se instaló sistema de puesta a tierra	<b>Si</b>
Tipo de mástil	<b>Estructura tubular 1 1/2”</b>	El agua inunda la estación	<b>No se tiene registro</b>
Altura de mástil (m)	<b>6m</b>	Existe cobertura radio UHF	<b>No</b>
Nombre del 1er. operador encargado en el sitio	<b>N.A</b>	Existe cobertura celular	<b>Si</b>
<b>F.- INSTALACIÓN DEL SENSOR DE NIVEL</b>			
Lugar en donde mide	<b>Rio Hoyos</b>	Accesorio para montaje	<b>Herraje SE-200</b>
Sensor de nivel de redundancia	<b>Ninguno</b>	El agua inunda la estructura	<b>No</b>
Protocolo de comunicación	<b>SDI12</b>	Lugar de instalación del sensor	<b>Tubo de aquietamiento</b>
Medio de comunicación	<b>Cable</b>	El sitio cuenta con escalas	<b>Si</b>

Longitud cable/manguera/vista	<b>10 m</b>	Cuenta con canastilla	<b>No</b>
Protección de cable/manguera	<b>Tubo de acero galvanizado y poliducto</b>	Escala de nivel máxima registrada	
Ancho de la estructura (m)	<b>2 m</b>	Ancho de la sección de aforo aprox.	
Altura aprox. de la estructura al lecho	<b>3.5 m</b>	La sección de aforo es estable	<b>Si</b>
<b>Observaciones adicionales</b>			
<p>El sensor de nivel se instaló en el tubo de aquietamiento con un herraje de acoplamiento el cual permitirá su operación y protección contra vandalismo.</p> <p>El sensor está colocado dentro del tubo de aquietamiento y se colocó una capucha de aluminio que además de sellar el tubo protege el sensor contra el vandalismo y la intemperie. Adicionalmente este quipo se encuentra dentro de una jaula de protección con candado.</p>			
<b>G.- PRUEBAS DE CAMPO</b>			
<b>Sensor de nivel</b>			
Tipo de sensor: Codificador Angular		SI ( X )	NO ( )
El sensor se conectó mediante protocolo SDI-12 y se realizaron pruebas de funcionamiento del sensor			
<b>Panel solar (panel fotovoltaico)</b>			
Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento		SI ( X )	NO ( )
<b>Batería recargable</b>			
Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra sobre voltaje</b>			
Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra sobre corriente</b>			
Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra descargas atmosféricas (línea de RF)</b>			
Se instaló y se realizaron pruebas de operación para la línea de radio frecuencia del sistema de comunicación GOES		SI ( X )	NO ( )
<b>Sistema de puesta a tierra</b>			
Se instaló con el objetivo de garantizar la condición de baja impedancia.		SI ( X )	NO ( )
<b>H.- PRUEBAS DE TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE GOES</b>			
Verificación de sincronía con el reloj del datalogger y Transmisor GOES con el sistema GPS integrado en el transmisor.		SI ( X )	NO ( )
Verificación de la potencia de transmisión: <b>44dB</b>		SI ( X )	NO ( )
Verificación de que se envió al menos una transmisión		SI ( X )	NO ( )
<b>I.- OTROS</b>			
Se colocó candado en la puerta de acceso al sitio		SI ( X )	NO ( )
En el interior de la caja contenedora se dejó lo siguiente:			
Fusibles de repuesto		SI ( X )	NO ( )
Bolsa con desecante		SI ( )	NO ( )
Se colocó candado en la puerta del gabinete		SI ( X )	NO ( )
Se explicaron los cuidados básicos necesarios de la estación al encargado		SI ( )	NO ( X )

## MEMORIA TECNICA DE INSTALACION

### A.- IDENTIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN

Nombre de la estación:	VERTEDOR GONZALEZ
Clave de la estación:	OCAVM00005
Tipo de estación:	Hidrométrica
Propietario:	Comisión Nacional del Agua Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México
Latitud:	19°10'11.40" N
Longitud:	100° 8'27.30" O
Elevación aproximada:	1860 msnm
Cuenca hidrológica:	Valle de Bravo – Amanalco

### B.- FOTOGRAFÍAS DE LA ESTACIÓN



Sitio de la instalación



Protección para el sensor de nivel



Conexión de los elementos del gabinete



Elementos en gabinete de la estación hidrométrica

<b>C.- INFORMACIÓN PARA TRANSMISIÓN SATELITAL</b>			
Satélite empleado:	<b>GOES – ESTE</b>		
Identificador satelital:	<b>15D9B686</b>		
Canal de acceso al satélite:	<b>67</b>		
Hora de primera transmisión (GMT):	<b>00:56:00</b>		
Intervalo de transmisión:	<b>1 hora</b>		
Ventana de transmisión:	<b>15 s</b>		
Angulo de azimut de la antena Yagi	<b>53.6°</b>		
Angulo de elevación de la antena Yagi	<b>126°</b>		
Fecha de inicio de Transmisión:	<b>2010/11/24</b>		
<b>D.- DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Lugar de instalación:	<b>En pasarela de concreto</b>		
Tipo de orografía:	<b>Montañosa</b>		
Tipo de suelo:	<b>Arena-Arcilla-Piedra</b>		
Antigüedad de la estación:	<b>***</b>		
Hay vigilancia continua:	<b>No</b>		
Existe posible vandalismo:	<b>Si</b>		
<b>E.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN</b>			
<b>Se instaló en:</b> Suelo ( ) Azotea ( ) Losa de concreto ( x )			
Se acordó con la supervisión del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México de la CONAGUA, que acudió al recorrido, que la nueva estación sea en la margen derecha del río y a la altura de la estación convencional.			
El gabinete se instaló dentro de una caseta de malla ciclónica de 4m x 2m, que se encuentra sobre una pasarela de concreto, adicionalmente el gabinete y el sensor de nivel SE-200 se encuentran dentro de una jaula con barrotes de fierro de ½” para brindarles máxima protección, además se colocaron candados tanto en la caseta, como jaula y en el gabinete. Las antenas Yagi y GPS así como el panel solar, se montaron en una estructura tubular de 6m de altura, diseñada especialmente para esta aplicación, la estructura fue sometida a un proceso de protección especial, con terminado de esmalte epóxico que proporciona una alta durabilidad y resistencia en ambientes de intemperie.			
Se Instaló malla de protección	<b>Ya existe</b>	Se instaló sistema de pararrayos	<b>No</b>
Dimensión malla de protección (m)	<b>4mx2m</b>	Se instaló sistema de puesta a tierra	<b>Si</b>
Tipo de mástil	<b>Estructura tubular 1 1/2”</b>	El agua inunda la estación	<b>No se tiene registro</b>
Altura de mástil (m)	<b>6m</b>	Existe cobertura radio UHF	<b>No</b>
Nombre del 1er. operador encargado en el sitio	<b>N.A</b>	Existe cobertura celular	<b>Si</b>
<b>F.- INSTALACIÓN DEL SENSOR DE NIVEL</b>			
Lugar en donde mide	<b>Rio San Diego</b>	Accesorio para montaje	<b>Herraje SE-200</b>
Sensor de nivel de redundancia	<b>Ninguno</b>	El agua inunda la estructura	<b>No</b>
Protocolo de comunicación	<b>SDI12</b>	Lugar de instalación del sensor	<b>Tubo de aquietamiento</b>
Medio de comunicación	<b>Cable</b>	El sitio cuenta con escalas	<b>Si</b>
Longitud cable/manguera/vista	<b>10 m</b>	Cuenta con canastilla	<b>No</b>

Protección de cable/manguera	<b>Tubo de acero galvanizado y poliducto</b>	Escala de nivel máxima registrada	<b>No se tiene registro</b>
Ancho de la estructura (m)	<b>2 m</b>	Ancho de la sección de aforo aprox.	<b>4 m</b>
Altura aprox. de la estructura al lecho	<b>3.5 m</b>	La sección de aforo es estable	<b>Si</b>
<b>Observaciones adicionales</b>			
El sensor de nivel se instaló en el tubo de quietamiento con un herraje de acoplamiento el cual permitirá su operación y protección contra vandalismo. El sensor está colocado dentro del tubo de quietamiento y se colocó una capucha de aluminio que además de sellar el tubo protege el sensor contra el vandalismo y la intemperie. Adicionalmente este equipo se encuentra dentro de una jaula de protección con candado.			
<b>G.- PRUEBAS DE CAMPO</b>			
<b>Sensor de nivel</b>			
Tipo de sensor: Codificador Angular		SI ( X )	NO ( )
El sensor se conectó mediante protocolo SDI-12 y se realizaron pruebas de funcionamiento del sensor			
<b>Panel solar (panel fotovoltaico)</b>			
Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento		SI ( X )	NO ( )
<b>Batería recargable</b>			
Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra sobre voltaje</b>			
Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra sobre corriente</b>			
Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra descargas atmosféricas (línea de RF)</b>			
Se instaló y se realizaron pruebas de operación para la línea de radio frecuencia del sistema de comunicación GOES		SI ( X )	NO ( )
<b>Sistema de puesta a tierra</b>			
Se instaló con el objetivo de garantizar la condición de baja impedancia.		SI ( X )	NO ( )
<b>H.- PRUEBAS DE TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE GOES</b>			
Verificación de sincronía con el reloj del datalogger y Transmisor GOES con el sistema GPS integrado en el transmisor.		SI ( X )	NO ( )
Verificación de la potencia de transmisión: <b>47dB</b>		SI ( X )	NO ( )
Verificación de que se envió al menos una transmisión		SI ( X )	NO ( )
<b>I.- OTROS</b>			
Se colocó candado en la puerta de acceso al sitio		SI ( X )	NO ( )
En el interior de la caja contenedora se dejó lo siguiente:			
Fusibles de repuesto		SI ( X )	NO ( )
Bolsa con desecante		SI ( )	NO ( )
Se colocó candado en la puerta del gabinete		SI ( X )	NO ( )
Se explicaron los cuidados básicos necesarios de la estación al encargado		SI ( )	NO ( X )

## MEMORIA TECNICA DE INSTALACION

### A.- IDENTIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN

Nombre de la estación:	EL CARRIZAL (IZAR)
Clave de la estación:	OCAVM00006
Tipo de estación:	Hidrométrica
Propietario:	Comisión Nacional del Agua Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México
Latitud:	19° 9'57.48" N
Longitud:	100° 9'20.20"O
Elevación aproximada:	1790 msnm
Cuenca hidrológica:	Valle de Bravo – Amanalco

### B.- FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIÓN



Sitio de la instalación



Sensor de nivel se-200



Montaje del gabinete



Estación hidrométrica automática

<b>C.- INFORMACIÓN PARA TRANSMISIÓN SATELITAL</b>			
Satélite empleado:	<b>GOES – ESTE</b>		
Identificador satelital:	<b>15D7F1EA</b>		
Canal de acceso al satélite:	<b>117</b>		
Hora de primera transmisión (GMT):	<b>00:33:15</b>		
Intervalo de transmisión:	<b>1 hora</b>		
Ventana de transmisión:	<b>15 s</b>		
Angulo de azimut de la antena Yagi:	<b>124.9°</b>		
Angulo de elevación de la antena Yagi:	<b>53.6°</b>		
Fecha de inicio de Transmisión:	<b>2010/11/26</b>		
<b>D.- DESCRIPCIÓN DEL SITIO</b>			
Lugar de instalación:	<b>En pasarela de concreto</b>		
Tipo de orografía:	<b>Montañosa</b>		
Tipo de suelo:	<b>Arena-Arcilla-Piedra</b>		
Antigüedad de la estación:	<b>***</b>		
Hay vigilancia continua:	<b>No</b>		
Existe posible vandalismo:	<b>Si</b>		
<b>E.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN</b>			
<b>Se instaló en:</b> Suelo ( ) Azotea ( ) Losa de concreto ( x )			
Se acordó con la supervisión del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México de la CONAGUA, que acudió al recorrido, que la nueva estación sea en la margen derecha del río y a la altura de la estación convencional.			
El gabinete se instaló dentro de una caseta de malla ciclónica de 4m x 2m, que se encuentra sobre una pasarela de concreto, adicionalmente el gabinete y el sensor de nivel SE-200 se encuentran dentro de una jaula con barrotes de fierro de ½” para brindarles máxima protección, además se colocaron candados tanto en la caseta, como jaula y en el gabinete. Las antenas Yagi y GPS así como el panel solar, se montaron en una estructura tubular de 6m de altura, diseñada especialmente para esta aplicación, la estructura fue sometida a un proceso de protección especial, con terminado de esmalte epóxico que proporciona una alta durabilidad y resistencia en ambientes de intemperie.			
Se Instaló malla de protección	<b>Ya existe</b>	Se instaló sistema de pararrayos	<b>No</b>
Dimensión malla de protección (m)	<b>4mx2m</b>	Se instaló sistema de puesta a tierra	<b>Si</b>
Tipo de mástil	<b>Estructura tubular 1 1/2”</b>	El agua inunda la estación	<b>No se tiene registro</b>
Altura del mástil (m)	<b>6m</b>	Existe cobertura radio UHF	<b>No</b>
Nombre del 1er. Operador encargado en el sitio	<b>N.A</b>	Existe cobertura celular	<b>Si</b>
<b>F.- INSTALACIÓN DEL SENSOR DE NIVEL</b>			
Lugar en donde mide	<b>Río Carrizal</b>	Accesorio para montaje	<b>Herraje SE-200</b>
Sensor de nivel de redundancia	<b>Ninguno</b>	El agua inunda la estructura	<b>No</b>
Protocolo de comunicación	<b>RS485-SDI12</b>	Lugar de instalación del sensor	<b>Tubo de aquietamiento</b>
Medio de comunicación	<b>Cable</b>	El sitio cuenta con escalas	<b>Si</b>
Longitud cable/manguera/vista	<b>10 m</b>	Cuenta con canastilla	<b>No</b>

Protección de cable/manguera	<b>Tubo de acero galvanizado y poliducto</b>	Escala de nivel máxima registrada	<b>No se tiene registro</b>
Ancho de la estructura (m)	<b>2 m</b>	Ancho de la sección de aforo aprox.	<b>4 M</b>
Altura aprox. de la estructura al lecho	<b>3.5 m</b>	La sección de aforo es estable	<b>Si</b>
<b>Observaciones adicionales</b>			
<p>El sensor de nivel se instaló en el tubo de aquietamiento con un herraje de acoplamiento el cual permitirá su operación y protección contra vandalismo.</p> <p>El sensor está colocado dentro del tubo de aquietamiento y se colocó una capucha de aluminio que además de sellar el tubo protege el sensor contra el vandalismo y la intemperie. Adicionalmente este equipo se encuentra dentro de una jaula de protección con candado.</p>			
<b>G.- PRUEBAS DE CAMPO</b>			
<b>Sensor de nivel</b>			
Tipo de sensor: Codificador Angular		SI ( X )	NO ( )
El sensor se conectó mediante protocolo SDI-12 y se realizaron pruebas de funcionamiento del sensor			
<b>Panel solar (panel fotovoltaico)</b>			
Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento		SI ( X )	NO ( )
<b>Batería recargable</b>			
Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra sobre voltaje</b>			
Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra sobre corriente</b>			
Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor		SI ( X )	NO ( )
<b>Protecciones contra descargas atmosféricas (línea de RF)</b>			
Se instaló y se realizaron pruebas de operación para la línea de radio frecuencia del sistema de comunicación GOES		SI ( X )	NO ( )
<b>Sistema de puesta a tierra</b>			
Se instaló con el objetivo de garantizar la condición de baja impedancia.		SI ( X )	NO ( )
<b>H.- PRUEBAS DE TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE GOES</b>			
Verificación de sincronía con el reloj del datalogger y Transmisor GOES con el sistema GPS integrado en el transmisor.		SI ( X )	NO ( )
Verificación de la potencia de transmisión: <b>44dB</b>		SI ( X )	NO ( )
Verificación de que se envió al menos una transmisión		SI ( X )	NO ( )
<b>I.- OTROS</b>			
Se colocó candado en la puerta de acceso al sitio		SI ( X )	NO ( )
En el interior de la caja contenedora se dejó lo siguiente:			
Fusibles de repuesto		SI ( X )	NO ( )
Bolsa con desecante		SI ( )	NO ( )
Se colocó candado en la puerta del gabinete		SI ( X )	NO ( )
Se explicaron los cuidados básicos necesarios de la estación al encargado		SI ( )	NO ( X )

## 4. RESULTADOS

En general el diseño, integración, instalación y puesta en marcha de los equipos y la infraestructura de las 6 estaciones hidrométricas automáticas se realizó exitosamente con base en los objetivos planteados y según lo esperado.

A continuación se presenta la tabla 4, donde se agrupan características relevantes de instalación de la red de estaciones.

ESTACIÓN	TIPO DE ESTACION			SITIO DE INSTALACION		SENSOR DE NIVEL				
	Hidrométrica	Climatologica	Hidroclimatologica	Sobre pasarela en terreno abierto	Dentro de instalaciones de CONAGUA	Radar	Limnigrafo convencional	Codificador angular	Burbujeo	Sonda manométrica
Presa Valle de Bravo	●				●	●				
El Salto	●			●				●		
Santa Mónica	●			●				●		
El Molino	●			●				●		
Vertedor González	●			●				●		
El Carrizal	●			●				●		

Tabla 4. Características de la Red

En la tabla 5 se incluyen la ubicación geográfica de cada una de las estaciones, así como los parámetros con los que tuvieron que ser orientadas las antenas Yagi para que apuntaran al satélite GOES y de esta forma garantizar la correcta transmisión de los datos.

Parámetros para la Orientación de la Antena YAGI del sistema GOES						
No.	Nombre Estación	Elevación	Coordenadas de ubicación		Orientación de la antena YAGI	
			Latitud Norte	Longitud Oeste	Azimut/Grados	Elevación/Grados
1	Presa Valle de Bravo	1794 msnm	19°12'31.72"	100°10'49.17"	124.98°	53.55°
2	El Salto	1805 msnm	19°13'23.83"	100° 7'39.47"	125°	53.5°

Parámetros para la Orientación de la Antena YAGI del sistema GOES						
No.	Nombre	Elevación	Coordenadas de ubicación		Orientación de la antena YAGI	
	Estación		Latitud Norte	Longitud Oeste	Azimut/Grados	Elevación/Grados
3	Santa Mónica	1885 msnm	19°10'9.90"	100° 7'14.00"	125°	53.6°
4	El Molino	1984 msnm	19°10'25.03"	100° 6'37.75"	125.02°	53.64°
5	Vertedor González	1860 msnm	19°10'11.40"	100° 8'27.30"	126°	53.6°
6	El Carrizal	1790 msnm	19° 9'57.48"	100° 9'20.20"	124.9°	53.6°

Tabla 5. Parámetros del sistema GOES

Las estaciones están funcionando de manera correcta al medir adecuadamente el nivel en cada uno de los puntos seleccionados y transmitir los datos sin presentar perdidas. A partir de la instalación exitosa de la red y del correcto funcionamiento de las estaciones, se cuenta con datos de suma importancia los cuales son administrados y procesados para que puedan ser utilizados por el usuario final.

En la figura 8 se muestra la configuración final de la red de 6 Estaciones Hidrométricas Automáticas con telemetría satelital, así como el flujo de información que completa el funcionamiento de la red y hace posible el acceso a los datos.

# Red de EHAs

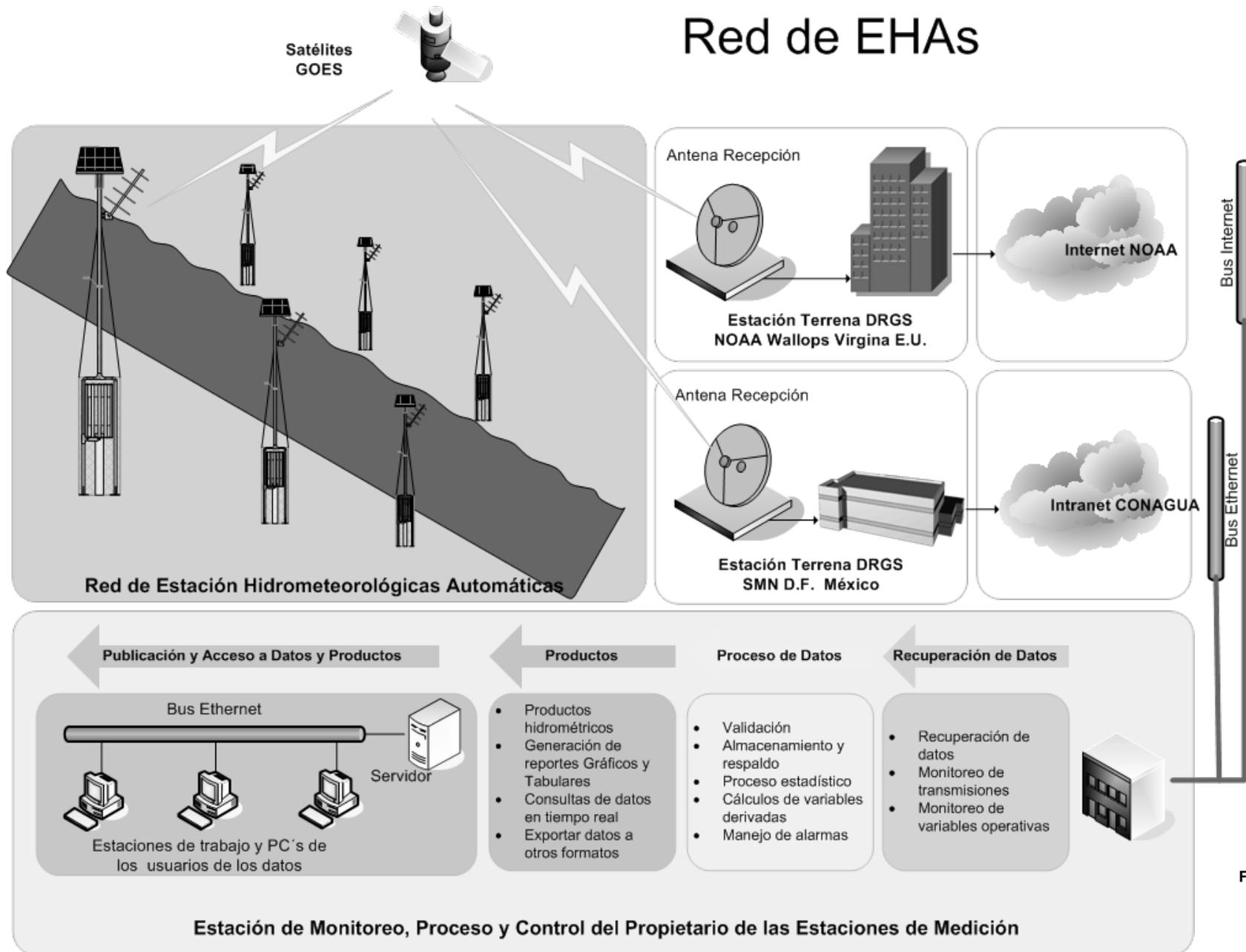


Figura 8.

Finalmente y después de la recuperación de los mensajes es posible la publicación de los datos mediante el diseño de una página Web, en la cual se muestran las variables medidas, almacenadas y transmitidas por la estación y se puede desplegar la información en forma de graficas o de tablas para cada una de las EHAs que conforman la red. Véase figura 9 y figura 10.

www.conagua.gob.mx/OCAVM Inicio CONAGUA Contáctanos Directorio SEMARNAT

Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México

Publicación de Prueba

[Datos provisionales sujetos a revisión](#)

Estación Vertedor González

Datos de la Estación	
<b>Clave:</b>	OCAVM00005
<b>Nombre:</b>	Vertedor González
<b>Tipo:</b>	Hidrométrica
<b>Estado:</b>	Estado de México
<b>Municipio:</b>	Valle de Bravo
<b>Coordenadas:</b>	19°10'11.40" N 100° 8'27.30" O
<b>Elevación:</b>	1860 msnm
<b>Ubicación:</b>	Partiendo de la localidad de Valle de Bravo hacia la localidad de Avandaro, se toma la avenida Velo de Novia y en el parque natural donde se encuentra la "Cascada Velo de Novia", se llega hasta el estacionamiento y a partir de este punto se tiene que caminar por una vereda dentro del parque natural sobre la margen derecha de Río del Molino hasta la estación hidrométrica.
<b>Región Hidrológica:</b>	Río Cutzamala RH 18
<b>Cuenca Hidrológica:</b>	Presa del Valle de México
<b>Corriente:</b>	Río del Molino
<b>Regional/Operador:</b>	Organismo de Cuenca de Aguas del Valle de México
<b>Variables:</b>	Nivel, Voltaje de la batería
<b>Actualización:</b>	Cada hora mediante telemetría satelital GOES

Datos Medidos Más Recientes (Fecha-Hora Local Cd. de México)	
Variabes	Hora - Valor Medido
<b>Fecha</b>	12/03/2012
<b>Nivel</b>	12/03/2012 10:40:00 - -0.21 m
<b>Voltaje de Batería</b>	12/03/2012 10:00:00 - 13.7 v

Datos en Tablas y Gráficas		
<b>Tablas de las variables</b>	<a href="#">24 Hrs.</a>	<a href="#">7 Días</a>
<b>Gráficas de las variables</b>		

Figura 9. Publicación Web

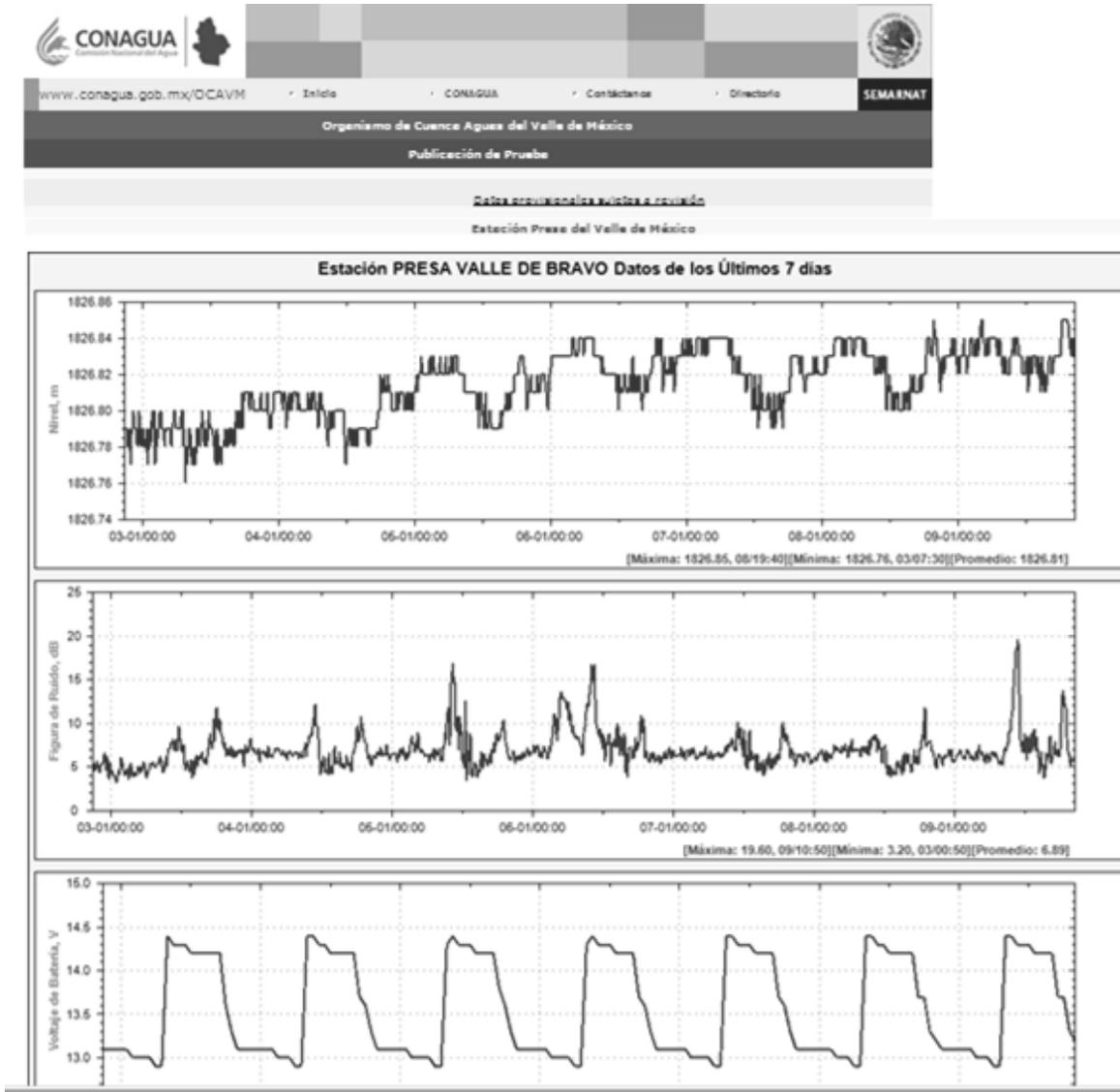


Figura 10. Presentación de los datos en la publicación Web

Por su eficiencia y desempeño se puede considerar que la red de 6 EHAS instalada, representa una de las mejores soluciones que actualmente se pueden ofrecer para la instrumentación de telemetría y control para la medición de nivel de los ríos y presas.

## 5. CONCLUSIONES

El agua es un recurso natural y es fuente de vida, su distribución irregular tanto en el tiempo como en el espacio está sometida a una combinación de factores naturales y del crecimiento poblacional, el cual ejerce una sobre explotación directa sobre los recursos hídricos: contaminando, ocupando áreas marginales, deforestando, entre otras actividades, cambiando de esta manera la funcionalidad de las cuencas. De continuar con estos patrones de comportamiento estaríamos encaminados en los próximos años a una escasez del agua (como ya se manifiesta en algunos lugares). Es por esto que es de suma importancia la existencia de sistemas de información que proporcionen datos fiables y precisos sobre el comportamiento de las cuencas hidrológicas. Y soportados en esta información poder llevar a cabo análisis y una adecuada planeación para la correcta utilización de los recursos y la toma de decisiones ante la presencia una situación de emergencia o riesgo.

Actualmente la tecnología nos ha permitido hacer cada vez más fácil y eficientes los procesos de medición y análisis de los diferentes fenómenos físicos. Hemos llegado al punto en el que las estaciones tanto meteorológicas como hidrométricas son totalmente automáticas y autónomas. Además, se tiene la posibilidad de acceder a los datos de estaciones remotas desde cualquier PC, gracias a los diferentes tipos de comunicaciones inalámbricas existentes. Todo este avance en la tecnología representa una amplia gama de posibilidades en la adquisición, transmisión y procesamiento de datos, ofreciendo así una oportunidad y al mismo tiempo otorgando una responsabilidad de tener un mejor control y análisis de los recursos para el bienestar de la población en general.

En cuanto a la experiencia profesional que he adquirido durante el desarrollo de este tipo de proyectos y con la participación laboral en la empresa, se puede mencionar que he logrado adquirir conocimientos en el manejo y funcionamiento de una cantidad considerable de equipos electrónicos de instrumentación, tanto para la hidrometría como para la meteorología. Adquiriendo pericia de diferentes tipos de sensores, protocolos de comunicación, principios de funcionamiento y hasta condiciones para su aplicación.

Dentro del acumulado de conocimientos indispensables para la instalación y puesta en marcha de una red de este tipo, no solo se necesita la instrumentación, se han conseguido conocimientos también en el funcionamiento de diferentes tipos de sistemas de telemetría, como lo son telemetría satelital o vía radios, se reforzaron y pusieron en práctica enseñanzas sobre protecciones eléctricas y sistemas de puesta a tierra.

Además del área técnica-electrónica, el participar activamente en diferentes etapas de los proyectos han traído consigo conocimientos de manufactura, planeación, logística e incluso hidrometría y meteorología, áreas en las que en ocasiones no se considera una participación pero que han servido para completar una formación laboral y un cumulo de experiencias y

conocimientos indispensables para enfrentarse a los retos y problemas que pueden presentarse en cualquier ámbito laboral.

Para finalizar se puede concluir diciendo que la red de 6 Estaciones Hidrométricas Automáticas con Telemetría Satelital, tema del presente trabajo, instalada en los aportes al sistema hidráulico Cutzamala-Valle de Bravo, cumple y satisface las tareas de adquirir mediciones programadas periódicamente para el nivel de agua, mediante sensores electrónicos automáticos, posteriormente los almacena y transmite mediante telemetría, para que finalmente sean procesados y publicados en una página WEB. A partir de estos datos se consigue hacer un análisis para calcular el gasto en los aportes y en función de estos gastos y del nivel en la presa Valle de Bravo tener un mejor control en la distribución y gestión del recurso hídrico para un sistema tan importante como lo es el Cutzamala. De esta forma se puede aseverar que la red cumple con su objetivo cabalmente.

## Bibliografía y Referencias

Arreguín Cortés Felipe, Rosengaus Moshinsky Michel, 2011, *Manual para el control de inundaciones*, CNA, México.

Ariosto Aguilar Chávez, 2001, *Vertedores*, Serie Autodidactica de Medición de Agua, CNA, México.

Creus Sole Antonio, 1993, *Instrumentación Industrial*, Marcobo, Barcelona.

Hansen RodríguezMartha Patricia, 2001,*Elementos Secundarios de Medición*, Serie Autodidactica de Medición de Agua, CNA, México.

*Manual de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento, Manejo de equipo de hidrometría*, 2007, CNA, México.

*Manual de Funcionamiento Registrador de Datos OTT-DuoSens*, OTT MESSTECHNIK GmbH & Co. KG, Alemania, 2006.

*Manual de Funcionamiento Transmisor HDR DCP GOES*, OTT MESSTECHNIK GmbH & Co. KG, Alemania, 2010.

*Manual de Funcionamiento Codificador Angular OTT-SE200*, OTT MESSTECHNIK GmbH & Co. KG, Alemania, 2006.

*Manual de Funcionamiento Sensor por Radar OTT-RLS*, OTT MESSTECHNIK GmbH & Co. KG, Alemania, 2009.

*Manual del operador SunSaver (Controladores de sistemas fotovoltaicos)*, MORNINGSTAR CORPORATION, Washington

### **Medios electrónicos:**

NOAA, *Office of Satellite Operations*, 2012 <http://www.oso.noaa.gov/goes/> (Marzo 2012)

IGS, *Ingeniería Geofísica y Sistemas*. 2012 <http://www.igs-hydro.mx/> (Enero 2012)

CNA, *Organismos de Cuenca de Aguas del Valle de México*. 2012. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Temas/CUTZAMALA.pdf> (Enero 2012)

CNA, *Organismos de Cuenca de Aguas del Valle de México*. 2012. [http://www.cuencaamanalcovalle.org/doctosn/07%20Agua%20Potable%20del%20Cutzamala%](http://www.cuencaamanalcovalle.org/doctosn/07%20Agua%20Potable%20del%20Cutzamala%20) (Noviembre 2012)

IMTA, *Portal de agua desde México*. 2012 <http://www.atl.org.mx/aguadf/images/docs/sistemacutzamala.pdf> (Noviembre 2011)

## Glosario

- DCP: Por sus en inglés (Data Collector Platform) Plataforma Colectora de Datos.
- DCS: Por sus sigla en inglés (Data Collector Sistem) Sistema de Colección de Datos
- DRGS: Por sus siglas en inglés (Direct Reading Ground Station) Estación Terrena de Lectura Directa.
- EHA: Estación Hidrométrica Automática.
- EMA: Estación meteorológica automática.
- Firmware: Es un bloque de instrucciones de máquina para propósitos específicos, grabado en una memoria de tipo de solo lectura (ROM, EEPROM, flash, etc), que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo. Está fuertemente integrado con la electrónica del dispositivo siendo el software que tiene directa interacción con el hardware: es el encargado de controlarlo para ejecutar correctamente las instrucciones externas.
- GOES: Por sus siglas en inglés (Geostationary Operational Environmental Satellites) Satélite geostacionario de operación ambiental. Los satélites GOES forman parte de un sistema de satélites hemisféricos con la finalidad de monitorear y pronosticar eventos meteorológicos.
- LRGS: Por sus siglas en inglés (Local Reading Ground Station) Estación Terrena de Lectura Local.
- NASA: NASA son las siglas, en Idioma inglés, para la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (National Aeronautics and Space Administration) de los Estados Unidos, que es la agencia gubernamental responsable de los programas espaciales.
- NOAA: Por sus siglas en inglés (National Oceanic and Atmospheric Administration) La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica es una agencia científica cuyas actividades se centran en las condiciones de los océanos y la atmósfera. La NOAA avisa del tiempo meteorológico, prepara cartas de mares y de cielos, guía sobre el uso y la protección de los recursos oceánicos y costeros, y conduce estudios para mejorar el entendimiento y la administración del ambiente.
- Sistema de Posicionamiento Global: El GPS (Global Positioning System) es un sistema de orientación y navegación cuyo funcionamiento está basado en la recepción y procesamiento de las informaciones emitidas por una constelación de 24 satélites conocida como NAVSTAR. Las trayectorias y la velocidad orbital han sido calculadas para que formen una especie de red alrededor de la tierra, de manera que un receptor GPS en cualquier momento pueda precisar la posición que ocupa al captar las señales emitidas por un mínimo de tres satélites.
- Telemetría: La telemetría es una rama tecnológica que permite la medición a distancia de magnitudes físicas, de manera manual o automática. Los sistemas de telemetría permiten conocer los estados que guardan equipos, procesos y sistemas, y además enviar la información recabada hacia un sistema de notificación y/o despliegue para su uso y aprovechamiento.
- WWGSS: Por sus siglas en inglés (World Wide Geosynchronous Satellite System) Sistema Satelital Geoestacionario Mundial

## Apéndice A.

### *Generalidades de Hidrometría*

¿Qué es la hidrometría?

La Hidrometría es una parte de la hidrología que mide el volumen de agua que circula por una sección de un conducto en un tiempo dado. El nombre deriva del griego hydro (agua) y metron (medida). Además de medir la cantidad de agua que circula por la sección de un río, tubería o canal, también se ocupa de procesar la información sobre los sistemas de riego o la distribución de agua en una ciudad, con el fin de conocer la cantidad de agua disponible y la eficiencia de su distribución.

¿Qué es el nivel de agua?

El nivel de agua es la altura de la superficie de un río, lago u otra masa de agua con relación a una determinada referencia, en el caso de un río generalmente será de su lecho.

¿Por qué es importante medir el nivel del agua?

Las mediciones de los niveles de agua de los ríos, lagos o algún cuerpo de agua, se usan directamente para la predicción de crecidas (máximas alturas de agua), definir o delinear zonas con riesgo de inundación y para proyectar estructuras (puentes u otras obras hidráulicas), así como para monitorear la cantidad de agua disponible en una determinada área y poder planear el abastecimiento hidráulico.

¿Cuáles son los instrumentos o equipos que miden el nivel del agua?

En las estaciones hidrométricas convencionales se cuenta con limnómetro y/o limnógrafo. Actualmente existen equipos electrónicos de alta tecnología basados en diferentes principios de operación, que permiten tener una medición muy precisa y confiable.

¿Qué es aforar?

La medición del caudal o gasto de agua que pasa por la sección transversal de un conducto (río, riachuelo, canal, tubería) de agua, se conoce como aforo o medición de caudales. Este caudal depende directamente del área de la sección transversal a la corriente y de la velocidad media del agua. La fórmula que representa este concepto es la siguiente:

$$Q = A V$$

*Dónde:*

**Q** = Caudal o Gasto

**A** = Área de la sección transversal

**V** = Velocidad media del agua en el punto

¿Qué es el limnógrafo mecánico?

El limnógrafo es un aparato inscriptor provisto de un mecanismo de relojería y de dispositivos que permiten registrar las alturas del agua de forma continua. Está conformado por: Un flotador y contrapeso los cuales con un cable, son conectados a una plumilla la cual plasmará en un rollo de papel las variaciones en el nivel de agua.

¿Qué es un limnómetro?

Un limnómetro es, simplemente, una escala graduada en centímetros. Por lo general, se pinta o se inserta una escala en una de las paredes del río. Entonces, basta con leer, en la escala o mira, el nivel que alcanza el agua para saber el caudal o gasto de agua que pasa en este momento, pero previamente se tiene que calibrar la escala o mira reseñada, para que a partir del dato de nivel se pueda inferir el de gasto. La calibración consiste en aforar el río varias veces durante el año, en épocas de estiaje y épocas de avenidas para determinar el gasto en ese momento y anotar cuidadosamente la altura que alcanzó el agua, medida con el limnómetro.

Se deben realizar varios aforos para cada determinada altura del agua. Con los datos de altura del agua ( $h$ ) y del gasto ( $Q$ ) correspondiente obtenido, se construye la llamada “curva de calibración”.

¿Qué es un vertedor?

Son estructuras colocadas sobre un canal o corriente en el que circula un flujo de agua, son usadas para medir caudales en canales o corrientes regulares, consta de una sección transversal de geometría definida, por la que escurre el líquido, el borde por la que escurre el agua se llama cresta. Existe una gran variedad de formas geométricas de vertedores, como el triangular, rectangular, trapezoidal, etc. Los materiales utilizados en su construcción pueden ser placas de metal, plástico o fibra de vidrio, en ocasiones puede estar hecho de concreto o mampostería. La geometría del vertedor determina un coeficiente de descarga  $C_d$  y un exponente  $u$  en la fórmula del caudal:

$$Q = C_d L H^u$$

Dónde:

$Q$ =Gasto o caudal

$L$ =longitud de la cresta vertedor

$H$ =la carga hidráulica o profundidad del agua sobre la cresta vertedora

## Apéndice B.

### Fichas de visita previa.

Informe de Visita Previa a los Sitios de Instalación					
<b>Número y nombre de la estación</b>		<b>1.- PRESA VALLE DE BRAVO</b>			
<b>Tipo de estación</b>	Hidrométrica	<b>Cliente</b>	CONAGUA-OCAVM		
<b>Fecha de visita</b>	10/06/2010	<b>Hora Inicio</b>	17:30	<b>Hora Fin</b>	18:20
<b>A.- Sitio de Instalación</b>					
<b>Estado</b>	De México	<b>Municipio</b>	Valle de Bravo	<b>Población Cercana</b>	Valle de Bravo
<b>Latitud Norte</b>	19°12'31.72"	<b>Longitud Oeste</b>	100°10'49.17"	<b>Elevación</b>	1794 msnm
<b>Base operaciones</b>	Valle de Bravo	<b>Distancia desde base</b>	5 km	<b>Carretera principal</b>	Toluca-Valle
<b>Breve descripción de acceso</b>					
En la ciudad de Valle de Bravo se toma la carretera hacia la localidad de Colorines y justo sobre la cortina de la presa de Valle de Bravo, se encuentra la obre de toma donde se instalarán los equipos de la nueva estación hidrométrica automática con telemetría GOES marca OTT.					
<b>B.- Instalación de la estación automática</b>					
<b>Lugar de Instalación</b>	Obra de toma de la presa	<b>Se instala sist. pararrayos</b>	No		
<b>Dimensión malla de protección (m)</b>	N/A	<b>Existe estación convencional</b>	Si		
<b>Línea de vista al satélite GOES</b>	Si	<b>Antigüedad de estación</b>	No se cuenta con el registro		
<b>Línea de vista al sensor de Nivel</b>	Si	<b>El agua inunda la estación</b>	No		
<b>Existe posible vandalismo</b>	No	<b>Posibles riesgos de seguridad</b>	Tránsito vehicular		
<b>Hay vigilancia continua</b>	Si	<b>Tipo de acceso a la estación</b>	Directo/Se entra por la puerta de acceso a la Obra de Toma		
<b>Altura de la estructura (m)</b>	18 m aprox.	<b>Existe cobertura celular</b>	Si		
<b>C.- Instalación del sensor de nivel</b>					
<b>Embalse en donde mide</b>	Presa Valle de Bravo	<b>Altura aprox. de la estructura al lecho</b>	18.0 m		
<b>Sensor de nivel suministrado</b>	OTT RLS	<b>Accesorio para montaje</b>	Brazo Tipo B 200		
<b>Sensor de nivel instalado</b>	--	<b>El agua inunda la estructura</b>	No		
<b>Sensor de nivel de redundancia</b>	Ninguno	<b>Lugar de instalación del sensor</b>	Obra de Toma		
<b>Protocolo de comunicación</b>	SDI12	<b>El sitio cuenta con escalas</b>	Si		
<b>Medio de comunicación</b>	Cable	<b>Cuenta con canastilla</b>	No		
<b>Longitud cable/manguera/vista</b>	25 m	<b>Escala de nivel máxima registrada</b>	1831.30 m		
<b>Estructura disponible para montaje</b>	Obra de toma	<b>La sección de aforo es estable</b>	Si		
<b>Ancho de la estructura</b>	N/A	<b>Tipo de material en la sección</b>	N/A		



Vista Panorámica de la Obra de Toma



Banco de nivel en la cortina de la presa



Detalle de la obra de toma

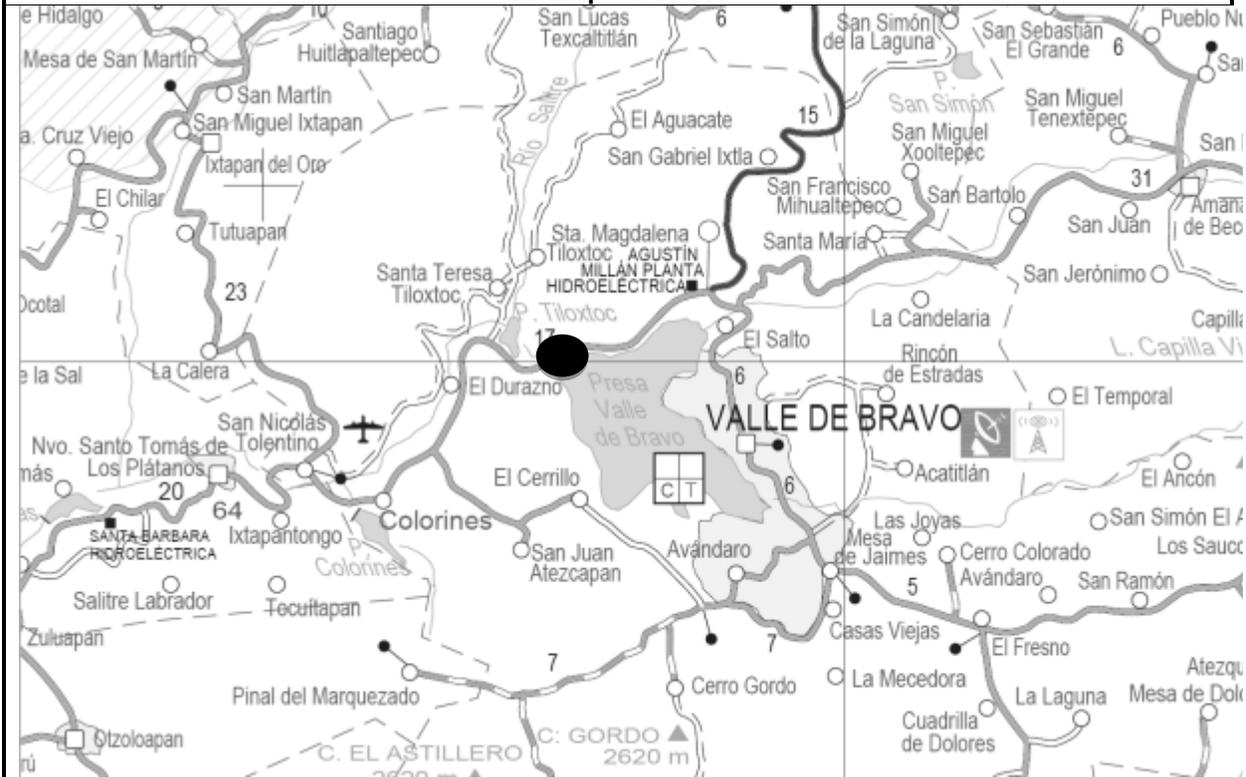


Vista interior de la Obra de Toma



Vista de la obra de toma y cortina de la Presa Valle de Bravo

**D.- Mapa del Sitio**



Mapa de acceso

## Informe de Visita Previa a los Sitios de Instalación

<b>Número y nombre de la estación</b>		<b>2.- EL SALTO</b>			
<b>Tipo de estación</b>	Hidrométrica	<b>Cliente</b>	CONAGUA-OCAVM		
<b>Fecha de visita</b>	10/06/2010	<b>Hora Inicio</b>	11:00	<b>Hora Fin</b>	11:30

### A.- Sitio de Instalación

<b>Estado</b>	De México	<b>Municipio</b>	Valle de Bravo	<b>Población Cercana</b>	Valle de Bravo
<b>Latitud Norte</b>	19°13'23.83"	<b>Longitud Oeste</b>	100° 7'39.47"	<b>Elevación</b>	1805 msnm
<b>Base operaciones</b>	Valle de Bravo	<b>Distancia desde base</b>	5 km	<b>Carretera principal</b>	Toluca-Valle

#### Breve descripción de acceso

En la ciudad de Valle de Bravo buscar el arco que se encuentra a la entrada por la carretera Toluca-Valle de Bravo, el sitio se encuentra a pie de carretera.

### B.- Instalación de la estación automática

<b>Lugar de Instalación</b>	A un costado de la carretera	<b>Se instala sist. pararrayos</b>	No
<b>Dimensión malla de protección (m)</b>	4m X 2m	<b>Existe estación convencional</b>	Si
<b>Línea de vista al satélite GOES</b>	Obstruida por arboles	<b>Antigüedad de estación</b>	No se cuenta con el registro
<b>Línea de vista al sensor de Nivel</b>	Azolve en el pozo de aquietamiento	<b>El agua inunda la estación</b>	No se tiene registro
<b>Existe posible vandalismo</b>	Si	<b>Posibles riesgos de seguridad</b>	Tránsito vehicular
<b>Hay vigilancia continua</b>	No	<b>Tipo de acceso a la estación</b>	Directo/caminar sobre una corta vereda
<b>Tipo de suelo</b>	Base / Plataforma de Concreto	<b>Orografía</b>	Montañosa
<b>Altura de la estructura (m)</b>	6	<b>Existe cobertura celular</b>	Si

### C.- Instalación del sensor de nivel

<b>Afluente en donde mide</b>	Río Amanalco	<b>Altura aprox. de la estructura al lecho</b>	3.5 m
<b>Sensor de nivel suministrado</b>	OTT SE-200	<b>Accesorio para montaje</b>	Herraje SE-200
<b>Sensor de nivel instalado</b>	OTT SE-200	<b>El agua inunda la estructura</b>	No se tiene registro
<b>Sensor de nivel de redundancia</b>	Ninguno	<b>Lugar de instalación del sensor</b>	Tubo de aquietamiento
<b>Protocolo de comunicación</b>	RS485-SDI12	<b>El sitio cuenta con escalas</b>	Si
<b>Medio de comunicación</b>	Cable	<b>Cuenta con canastilla</b>	No
<b>Longitud cable/manguera/vista</b>	80 m	<b>Escala de nivel máxima registrada</b>	No se cuenta con el registro
<b>Estructura disponible para montaje</b>	Tubo de aquietamiento	<b>La sección de aforo es estable</b>	Si
<b>Ancho de la estructura</b>	1 m x 2.5 m aprox.	<b>Tipo de material en la sección</b>	Vertedor de Concreto



Detalle de la escala y tubo de aquietamiento con azolve



Vista de la estructura desde la carretera

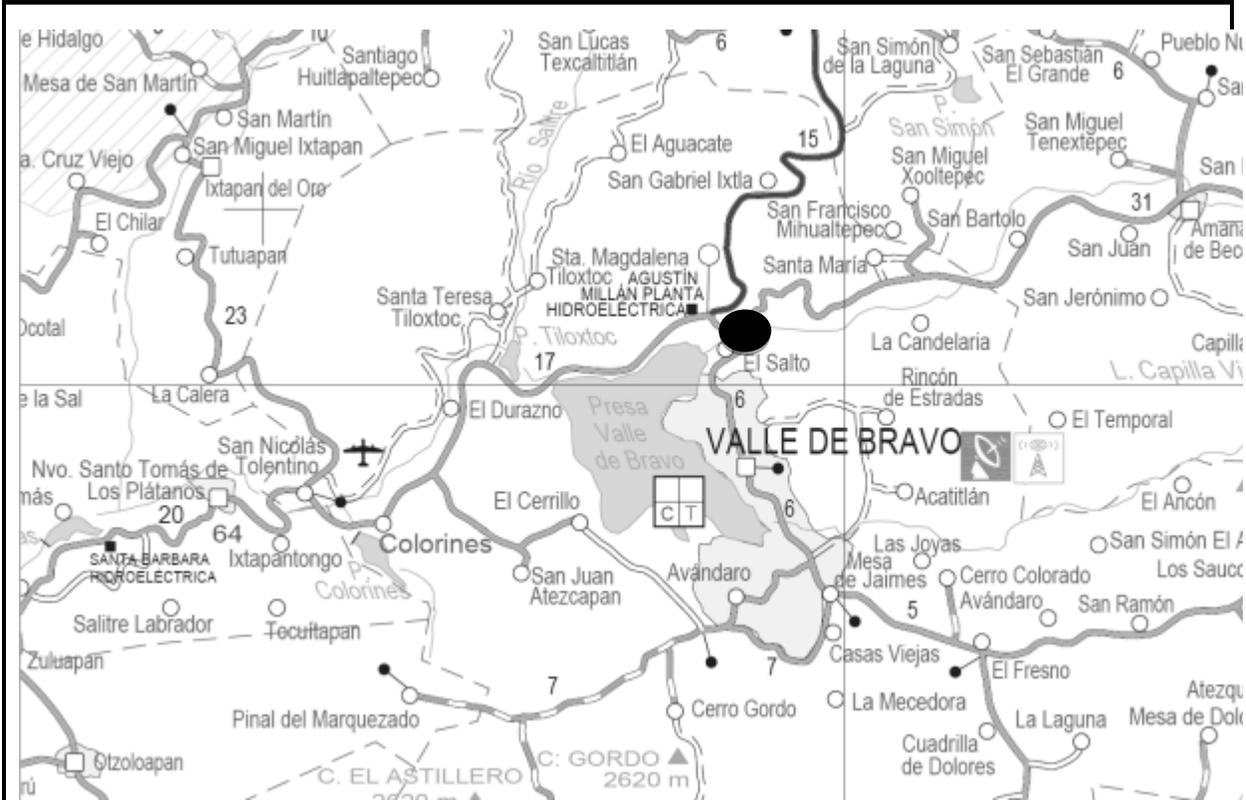


Estación de medición convencional "EL SALTO"



Vista del vertedor

**D.- Mapa del Sitio**



Mapa de acceso

## Informe de Visita Previa a los Sitios de Instalación

<b>Número y nombre de la estación</b>		<b>3.- SANTA MÓNICA</b>			
<b>Tipo de estación</b>	Hidrométrica	<b>Cliente</b>	CONAGUA-OCAVM		
<b>Fecha de visita</b>	10/06/2010	<b>Hora Inicio</b>	12:00	<b>Hora Fin</b>	12:30

### A.- Sitio de Instalación

<b>Estado</b>	De México	<b>Municipio</b>	Valle de Bravo	<b>Población Cercana</b>	Valle de Bravo
<b>Latitud Norte</b>	19°10'9.90"	<b>Longitud Oeste</b>	100° 7'14.00"	<b>Elevación</b>	1885 msnm
<b>Base operaciones</b>	Valle de Bravo	<b>Distancia desde base</b>	5 km	<b>Carretera principal</b>	Toluca-Valle

#### Breve descripción de acceso

Partiendo De la localidad de Valle de Bravo hacia la localidad de Avandaro, se toma la avenida Ruta del Bosque y a 100 m aproximadamente con la intersección con la avenida Fontana Bella; se encuentra un puente vehicular sobre el Río Yerbabuena. La estación se encuentra aguas arriba del puente y por la margen derecha.

### B.- Instalación de la estación automática

<b>Lugar de Instalación</b>	A un costado de la carretera	<b>Se instala sist. pararrayos</b>	No
<b>Dimensión malla de protección (m)</b>	4 m X 2 m	<b>Existe estación convencional</b>	Si
<b>Línea de vista al satélite GOES</b>	Obstruida por arboles	<b>Antigüedad de estación</b>	No se cuenta con el registro
<b>Línea de vista al sensor de Nivel</b>	Si	<b>El agua inunda la estación</b>	No se tiene registro
<b>Existe posible vandalismo</b>	Si	<b>Posibles riesgos de seguridad</b>	Tránsito vehicular
<b>Hay vigilancia continua</b>	No	<b>Tipo de acceso a la estación</b>	Directo/caminar sobre una corta vereda
<b>Tipo de suelo</b>	Base / Plataforma de Concreto	<b>Orografía</b>	Montañosa
<b>Altura de la estructura (m)</b>	6	<b>Existe cobertura celular</b>	Si

### C.- Instalación del sensor de nivel

<b>Afluente en donde mide</b>	Río la Yerbabuena	<b>Altura aprox. de la estructura al lecho</b>	3.5 m
<b>Sensor de nivel suministrado</b>	OTT SE-200	<b>Accesorio para montaje</b>	Herraje SE-200
<b>Sensor de nivel instalado</b>	OTT SE-200	<b>El agua inunda la estructura</b>	No se tiene registro
<b>Sensor de nivel de redundancia</b>	Ninguno	<b>Lugar de instalación del sensor</b>	Tubo de aquietamiento
<b>Protocolo de comunicación</b>	RS485-SDI12	<b>El sitio cuenta con escalas</b>	Si
<b>Medio de comunicación</b>	Cable	<b>Cuenta con canastilla</b>	No
<b>Longitud cable/manguera/vista</b>	20 m	<b>Escala de nivel máxima registrada</b>	No se cuenta con el registro
<b>Estructura disponible para montaje</b>	Tubo de aquietamiento	<b>La sección de aforo es estable</b>	Si
<b>Ancho de la estructura</b>	1 m x 2.5 m aprox.	<b>Tipo de material en la sección</b>	Vertedor de Concreto



Camino de acceso a la estación



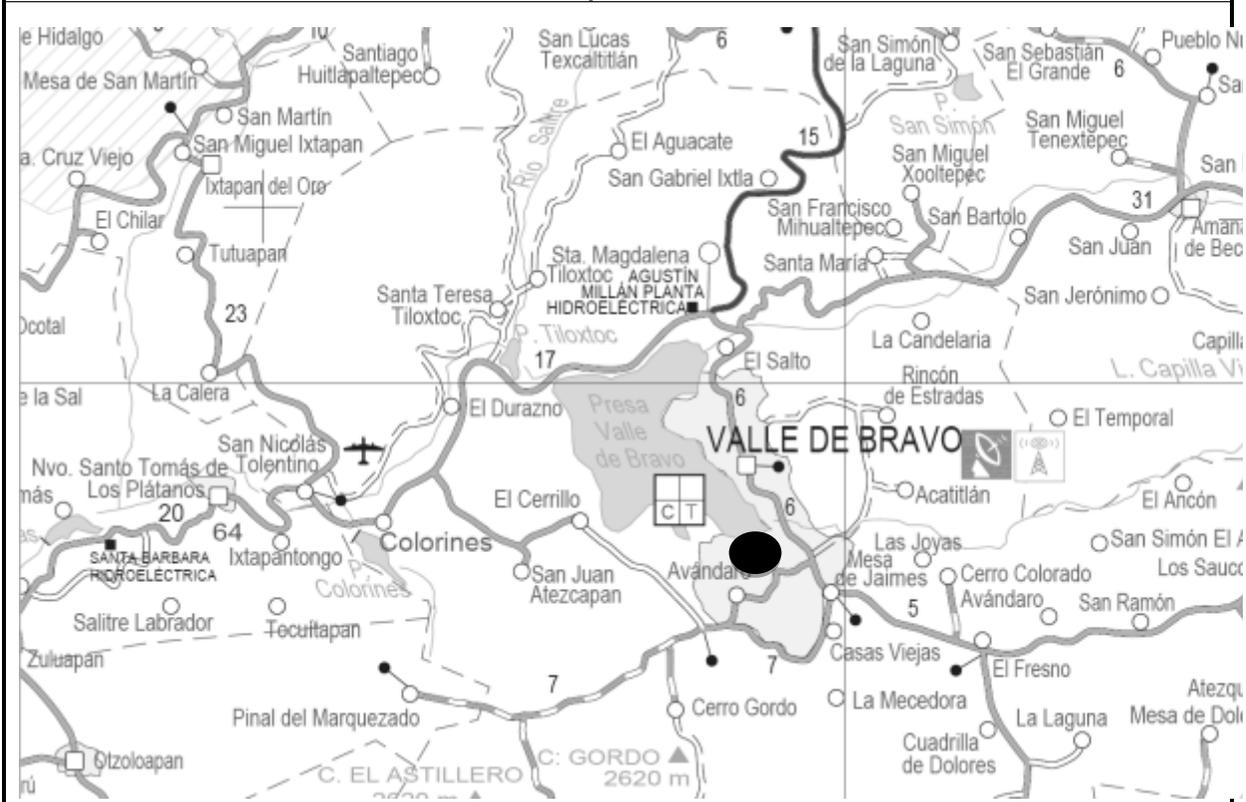
Detalle de azolve en el vertedor



Estación convencional "Santa Mónica"

Pozo de quietamiento azolvado y con maleza

**D.- Mapa del Sitio**



Mapa de acceso

## Informe de Visita Previa a los Sitios de Instalación

<b>Número y nombre de la estación</b>		<b>4.- VERTEDOR GONZÁLEZ</b>			
<b>Tipo de estación</b>	Hidrométrica	<b>Cliente</b>	CONAGUA-OCAVM		
<b>Fecha de visita</b>	10/06/2010	<b>Hora Inicio</b>	12:00	<b>Hora Fin</b>	12:30

### A.- Sitio de Instalación

<b>Estado</b>	De México	<b>Municipio</b>	Valle de Bravo	<b>Población Cercana</b>	Valle de Bravo
<b>Latitud Norte</b>	19°10'11.40"	<b>Longitud Oeste</b>	100° 8'27.30"	<b>Elevación</b>	1860 msnm
<b>Base operaciones</b>	Valle de Bravo	<b>Distancia desde base</b>	7 km	<b>Carretera principal</b>	Toluca-Valle

#### Breve descripción de acceso

Partiendo de la localidad de Valle de Bravo hacia la localidad de Avandaro, se toma la avenida Velo de Novia y en el parque natural donde se encuentra la "Cascada Velo de Novia", se llega hasta el estacionamiento y a partir de este punto se tiene que caminar por una vereda dentro del parque natural sobre la margen derecha de Río hasta la estación hidrométrica.

### B.- Instalación de la estación automática

<b>Lugar de Instalación</b>	En el parque natural	<b>Se instala sist. pararrayos</b>	No
<b>Dimensión malla de protección (m)</b>	4 m X 2 m	<b>Existe estación convencional</b>	Si
<b>Línea de vista al satélite GOES</b>	Obstruida por arboles	<b>Antigüedad de estación</b>	No se cuenta con el registro
<b>Línea de vista al sensor de Nivel</b>	Si	<b>El agua inunda la estación</b>	No se tiene registro
<b>Existe posible vandalismo</b>	Si	<b>Posibles riesgos de seguridad</b>	Paseantes y campistas
<b>Hay vigilancia continua</b>	No	<b>Tipo de acceso a la estación</b>	A pie desde la ladera del cerro
<b>Tipo de suelo</b>	Base / Plataforma de Concreto	<b>Orografía</b>	Montañosa
<b>Altura de la estructura (m)</b>	6	<b>Existe cobertura celular</b>	Si

### C.- Instalación del sensor de nivel

<b>Afluente en donde mide</b>	Río San Diego	<b>Altura aprox. de la estructura al lecho</b>	3.5 m
<b>Sensor de nivel suministrado</b>	OTT SE-200	<b>Accesorio para montaje</b>	Herraje SE-200
<b>Sensor de nivel instalado</b>	OTT SE-200	<b>El agua inunda la estructura</b>	No se tiene registro
<b>Sensor de nivel de redundancia</b>	Ninguno	<b>Lugar de instalación del sensor</b>	Tubo de aquietamiento
<b>Protocolo de comunicación</b>	RS485-SDI12	<b>El sitio cuenta con escalas</b>	Si y banco de nivel 1811.339 m
<b>Medio de comunicación</b>	Cable	<b>Cuenta con canastilla</b>	No
<b>Longitud cable/manguera/vista</b>	10 m	<b>Escala de nivel máxima registrada</b>	No se cuenta con el registro
<b>Estructura disponible para montaje</b>	Tubo de aquietamiento	<b>La sección de aforo es estable</b>	Si
<b>Ancho de la estructura</b>	1 m x 2.5 m aprox.	<b>Tipo de material en la sección</b>	Vertedor de Concreto



Registro de medidas del sitio.



Acceso sobre el parque ecoturístico



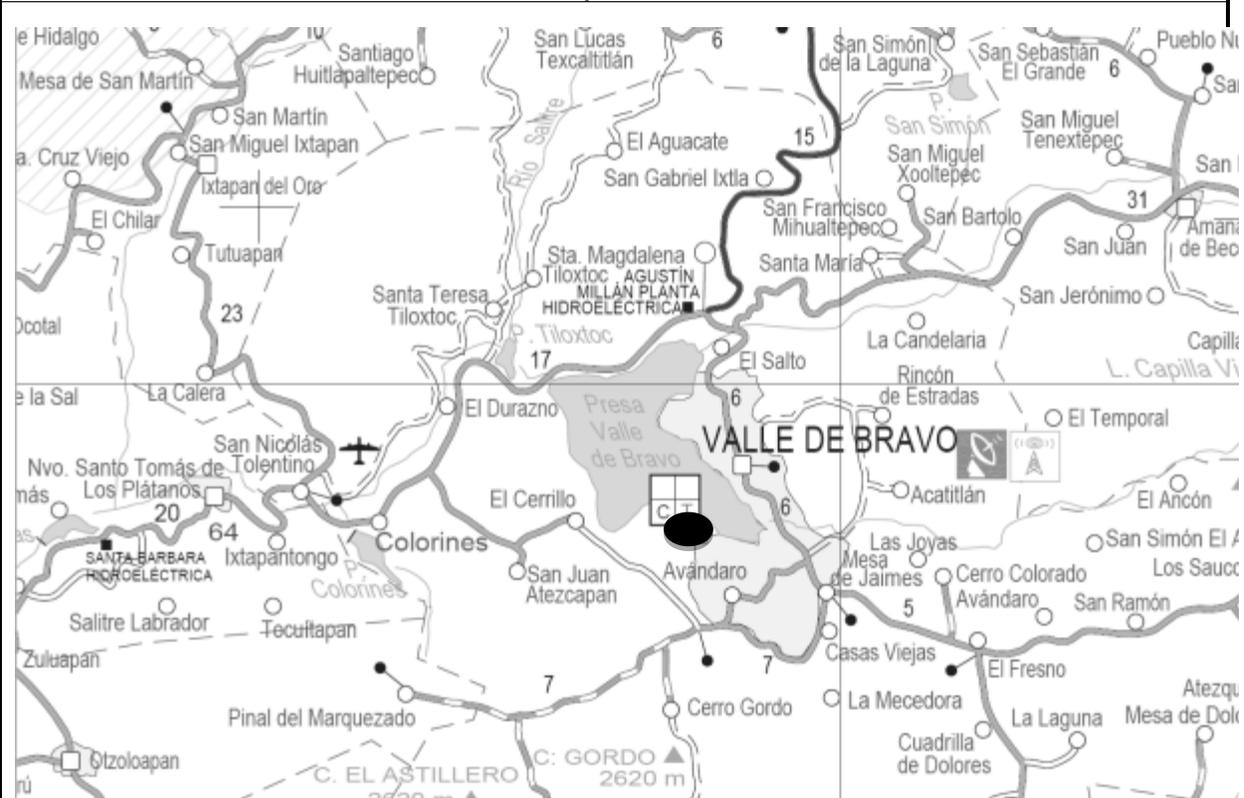
Estación convencional "Vertedor González"



Limnógrafo convencional

Mecanismo convencional para la medición de nivel

#### D.- Mapa del Sitio



Mapa de acceso

## Informe de Visita Previa a los Sitios de Instalación

<b>Número y nombre de la estación</b>		<b>5.- EL MOLINO</b>			
<b>Tipo de estación</b>	Hidrométrica	<b>Cliente</b>	CONAGUA-OCAVM		
<b>Fecha de visita</b>	10/06/2010	<b>Hora Inicio</b>	13:30	<b>Hora Fin</b>	14:15

### A.- Sitio de Instalación

<b>Estado</b>	De México	<b>Municipio</b>	Valle de Bravo	<b>Población Cercana</b>	Valle de Bravo
<b>Latitud Norte</b>	19°10'25.03"	<b>Longitud Oeste</b>	100° 6'37.75"O	<b>Elevación</b>	1984 msnm
<b>Base operaciones</b>	Valle de Bravo	<b>Distancia desde base</b>	5 km	<b>Carretera principal</b>	Toluca-Valle

#### Breve descripción de acceso

En la ciudad de Valle de Bravo se toma la carretera hacia la localidad denominada El Pedregal y buscar la carretera que lleva a San Mateo Acatitlán, y aproximadamente a 300 m de la intersección se ubica la antigua estación hidrométrica en la margen derecha del río.

### B.- Instalación de la estación automática

<b>Lugar de Instalación</b>	A un costado de la carretera	<b>Se instala sist. pararrayos</b>	No
<b>Dimensión malla de protección (m)</b>	4m X 2m	<b>Existe estación convencional</b>	Si
<b>Línea de vista al satélite GOES</b>	Obstruida por arboles	<b>Antigüedad de estación</b>	No se cuenta con el registro
<b>Línea de vista al sensor de Nivel</b>	Azolve en el pozo de aquietamiento	<b>El agua inunda la estación</b>	No se tiene registro
<b>Existe posible vandalismo</b>	Si	<b>Posibles riesgos de seguridad</b>	Tránsito vehicular
<b>Hay vigilancia continua</b>	No	<b>Tipo de acceso a la estación</b>	Directo/caminar sobre una corta vereda
<b>Tipo de suelo</b>	Base/Plataforma de Concreto	<b>Orografía</b>	Montañosa
<b>Altura de la estructura (m)</b>	6	<b>Existe cobertura celular</b>	Si

### C.- Instalación del sensor de nivel

<b>Afluente en donde mide</b>	Río Los Hoyos	<b>Altura aprox. de la estructura al lecho</b>	3.5 m
<b>Sensor de nivel suministrado</b>	OTT SE-200	<b>Accesorio para montaje</b>	Herraje SE-200
<b>Sensor de nivel instalado</b>	OTT SE-200	<b>El agua inunda la estructura</b>	No se tiene registro
<b>Sensor de nivel de redundancia</b>	Ninguno	<b>Lugar de instalación del sensor</b>	Tubo de aquietamiento
<b>Protocolo de comunicación</b>	RS485-SDI12	<b>El sitio cuenta con escalas</b>	Si
<b>Medio de comunicación</b>	Cable	<b>Cuenta con canastilla</b>	No
<b>Longitud cable/manguera/vista</b>	15 m	<b>Escala de nivel máxima registrada</b>	No se cuenta con el registro
<b>Estructura disponible para montaje</b>	Tubo de aquietamiento	<b>La sección de aforo es estable</b>	Si
<b>Ancho de la estructura</b>	1 m x 2.5 m aprox.	<b>Tipo de material en la sección</b>	Vertedor de Concreto



Georeferenciación del sitio.



Pasarela de concreto hacia la estación

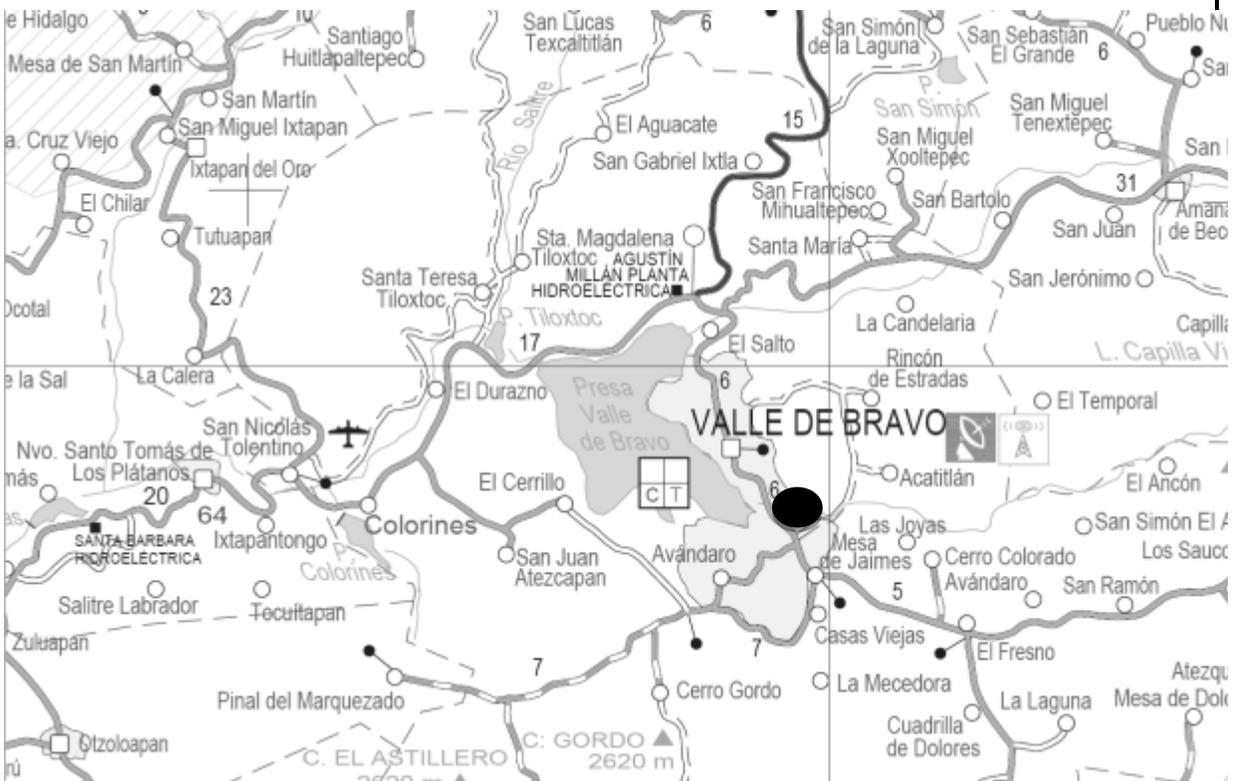


Vista de la estación desde aguas arriba



Línea de Vista al Satélite Obstruida

#### D.- Mapa del Sitio



Mapa de acceso

## Informe de Visita Previa a los Sitios de Instalación

<b>Número y nombre de la estación</b>		<b>6.- CARRIZAL</b>			
<b>Tipo de estación</b>	Hidrométrica	<b>Cliente</b>	CONAGUA-OCAVM		
<b>Fecha de visita</b>	10/06/2010	<b>Hora Inicio</b>	15:45	<b>Hora Fin</b>	16:55

### A.- Sitio de Instalación

<b>Estado</b>	De México	<b>Municipio</b>	Valle de Bravo	<b>Población Cercana</b>	Valle de Bravo
<b>Latitud Norte</b>	19° 9'57.48"	<b>Longitud Oeste</b>	100° 9'20.20"O	<b>Elevación</b>	1790 msnm
<b>Base operaciones</b>	Valle de Bravo	<b>Distancia desde base</b>	5 km	<b>Carretera principal</b>	Toluca-Valle

#### Breve descripción de acceso

En la ciudad de Valle de Bravo se toma la carretera hacia la localidad de Avandaro y se toma el camino hacia el "Club de Golf IZAR" donde se deberá pedir acceso con representación de la CONAGUA. La antigua estación hidrométrica se encuentra en las cercanías del lago en el interior del club y el acceso es por la margen derecha del Río.

### B.- Instalación de la estación automática

<b>Lugar de Instalación</b>	A la margen derecha del río	<b>Se instala sist. pararrayos</b>	No
<b>Dimensión malla de protección (m)</b>	4m X 2m	<b>Existe estación convencional</b>	Si
<b>Línea de vista al satélite GOES</b>	Obstruida por arboles	<b>Antigüedad de estación</b>	No se cuenta con el registro
<b>Línea de vista al sensor de Nivel</b>	Azolve en el pozo de aquietamiento	<b>El agua inunda la estación</b>	No se tiene registro
<b>Existe posible vandalismo</b>	No	<b>Posibles riesgos de seguridad</b>	Tránsito vehicular
<b>Hay vigilancia continua</b>	Si	<b>Tipo de acceso a la estación</b>	Caminar por el club de golf hasta llegar a la estación
<b>Tipo de suelo</b>	Base / Plataforma de Concreto	<b>Orografía</b>	Montañosa
<b>Altura de la estructura (m)</b>	6	<b>Existe cobertura celular</b>	Si

### C.- Instalación del sensor de nivel

<b>Afluente en donde mide</b>	Río Carrizal	<b>Altura aprox. de la estructura al lecho</b>	3.5 m
<b>Sensor de nivel suministrado</b>	OTT SE-200	<b>Accesorio para montaje</b>	Herraje SE-200
<b>Sensor de nivel instalado</b>	OTT SE-200	<b>El agua inunda la estructura</b>	No se tiene registro
<b>Sensor de nivel de redundancia</b>	Ninguno	<b>Lugar de instalación del sensor</b>	Tubo de aquietamiento
<b>Protocolo de comunicación</b>	RS485-SDI12	<b>El sitio cuenta con escalas</b>	Si
<b>Medio de comunicación</b>	Cable	<b>Cuenta con canastilla</b>	No
<b>Longitud cable/manguera/vista</b>	10 m	<b>Escala de nivel máxima registrada</b>	No se cuenta con el registro
<b>Estructura disponible para montaje</b>	Tubo de aquietamiento	<b>La sección de aforo es estable</b>	Si
<b>Ancho de la estructura</b>	1 m x 2.5 m aprox.	<b>Tipo de material en la sección</b>	Vertedor de Concreto



Registro de mediciones de sitio



Pasarela de concreto hacia la estación

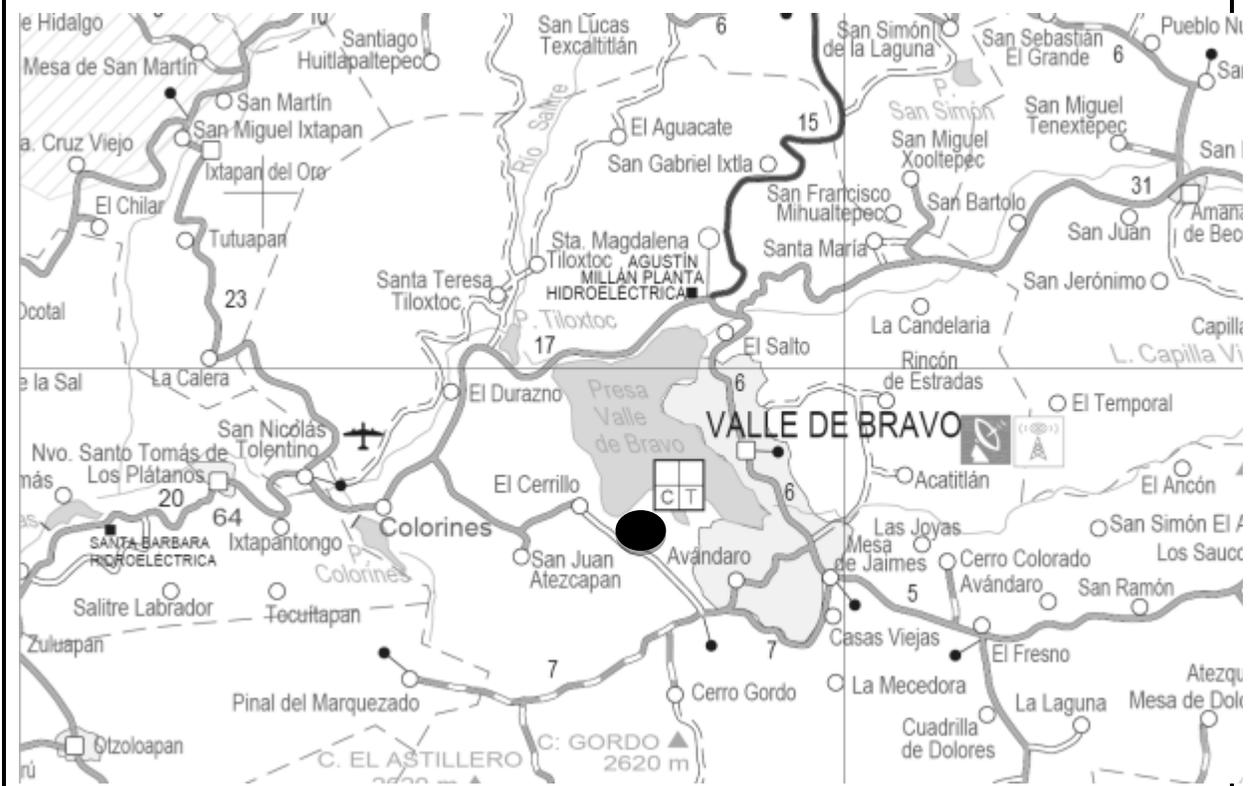


Detalle del pozo de aquietamiento azolvado



Vista del vertedor con azolve y maleza

#### D.- Mapa del Sitio



Mapa de acceso

## Apéndice C.

### *Especificaciones técnicas de los equipos.*

Especificaciones del Datalogger	
<b>Programación:</b>	La adquisición automática de los datos, la frecuencia de medición y los valores de umbrales de variación son programables por el usuario. Así mismo, es posible realizar cálculos de valores mínimos, máximos, promedios y desviaciones estándar, sobre períodos de tiempo definidos por el usuario y para cada entrada de sensor independientemente.
<b>Programación en campo:</b>	Programación y reprogramación en campo por medio de una PC de campo. Las entradas/salidas analógicas y digitales son totalmente configurables por software para medir diferentes variables.
<b>Alarmas</b>	Cuenta con manejo de alarmas por umbrales o gradientes para cualquier variable medida y puede transmitir las por cualquier medio de telemetría que maneje el datalogger, incluyendo canales de alarmas GOES.
<b>Memoria:</b>	<b>4 MB</b> de memoria Flash no volátil para programa y <b>4 MB</b> Flash no volátil para datos integrada al DuoSens (no requiere batería).
<b>Reloj de tiempo real:</b>	Cuenta con un mecanismo automático de ajuste de fecha y hora por software y sin afectar la operación y medición de datos utilizando el GPS del transmisor GOES o desde una estación central remota y opcionalmente en forma programada desde un sitio web de sincronía de tiempo; también se puede ajustar manualmente en sitio por medio de la pantalla y teclado. El reloj en tiempo real interno del datalogger está compensado por temperatura y protegido con batería interna durante 10 años.
<b>Intervalos de adquisición:</b>	El Intervalo de exploración puede ser desde 5 segundos hasta 24 horas, con intervalos programables por el usuario.
<b>Interfaz serial:</b>	Cuenta con dos puertos seriales <b>RS-232</b> (1 puerto) y una interfaz óptica infrarroja <b>IrDA</b> (1puerto) para comunicarse con dispositivos en ASCII o binario. Usa el estándar: <b>ANSI/EIA-TIA-232-E-91</b> .  Cuenta con capacidad probada para telemetría y comunicación, en conjunto con un transmisor por medio de satélites GOES, sistemas GSM/GPRS, Radios UHF/VHF/Espectro Disperso, con soporte para AT-RS232, TCP/IP, FTP, SMTP, GSM/GPRS/SMS.
<b>Lectura de datos en el campo:</b>	A través del puerto <b>RS-232</b> o de la interfaz óptica infrarroja <b>IrDA</b> , usando el Software Hydras 3. Si es a través del puerto serial se usa un cable nulo de MODEM con dos conectores DB9 hembra en sus extremos, y si es a través del puerto IrDA se usa el cable óptico.

<b>Especificaciones del Datalogger</b>	
<b>Despliegue alfanumérico:</b>	Matriz gráfica (Tipo LCD) interna de <b>122 x 32</b> píxeles operable con un ratón giratorio o <i>jog-shuttle</i> , que también hace las veces de botón de encendido/apagado, con capacidad de despliegue de <b>68</b> caracteres en <b>4</b> renglones ( <b>17</b> por renglón)
<b>Alimentación eléctrica:</b>	<b>+6...+28</b> VCD, 15mA <1mA dormido
<b><u>ENTRADAS y SALIDAS del Datalogger:</u></b>	
Todas las entradas del DuoSens están galvánicamente separadas y protegidas contra sobre-voltaje y corto circuito. Una entrada soporta hasta <b>3 KV</b> y en caso de que sufriera daño, el resto de las entradas continuaría funcionando.	
<b>Entradas analógicas:</b>	El DuoSens puede tener hasta 12 canales físicos de entrada (16 con tarjetas de expansión). Estas entradas analógicas pueden definirse o configurarse por software como entradas de voltaje ( <b>0...5V ó 0..10V</b> ), como entradas de corriente ( <b>0 (4)...20 mA</b> , con una precisión de <b>0.1 %</b> del valor final y entradas de corriente Pt100 con una precisión de <b>±0.1</b>
<b>Entradas de pulsos:</b>	Cuenta con dos canales físicos de entrada de pulsos, para sensores de precipitación tipo <i>tippingbucket</i> (o de balancín), con cerradura de <i>switch</i> , para una frecuencia máxima de 50Hz, detección de pulsos con duración mínima de 8.0 ms. totalmente libre de rebote.
<b>Configuración de Entradas</b>	Cada uno de los canales físicos se puede configurar dentro del programa por el usuario libremente.
<b>Entrada SDI-12:</b>	El DuoSens cuenta con una entrada interfaz para <b>SDI 12</b> , el cual es un protocolo diseñado para aplicaciones de instrumentación en meteorología y medio ambiente.
<b>Entrada RS485</b>	Cuenta con una entrada con interface RS485 para conexión de sensores.
<b>Resolución de Datos Convertidor Analógico/Digital:</b>	El DuoSens cuenta con un convertidor analógico digital de <b>24 bits</b> del cual se pueden obtener <b>16,777,216 niveles</b> para representar el valor real de la variable.  El convertidor analógico/digital del DuoSens es un <b>delta-sigma</b> de <b>24 bits</b> con tecnología para la conversión analógica-digital. Este convertidor es de alto rendimiento, resultado de la combinación de un preciso modulador analógico y la nueva arquitectura digital. El oscilador incorporado elimina la necesidad de componentes externos como cristales.

<b>Especificaciones del sensor de nivel tipo: Codificador angular</b>	
<b>Requisitos para instalación del instrumento:</b>	Las características técnicas, físicas y geométricas del SE-200 (limnómetro electrónico-digital), le permiten instalarse en conjunto con equipos convencionales, sin que surja la necesidad de retirar el limnógrafo existente. El diseño y funcionamiento del sensor lo hacen ideal para ser instalado en tubos de aquietamiento o pozos.
<b>Rango de medición:</b>	<b>-30...+30 m</b>
<b>Interfaz de comunicaciones:</b>	SDI-12 y 4...20 mA
<b>Alimentación eléctrica:</b>	+9..+30 VDC, con consumo máximo < de 2 mA.
<b>Sensor Codificador Angular:</b>	Sistema de sensor tipo codificador angular, que incluye: polea para el cable del flotador de flotador y contrapesos de 200 mm de diámetro, rueda del flotador para funcionar con cable tipo rosario.
<b>Sistema de Flotador:</b>	Incluye flotador con cable tipo rosario, de material resistente a condiciones de medición, de 10 m de longitud y con contrapeso de acero inoxidable.
<b>Longitud del cable de señal:</b>	15 m
<b>Protección de sensor:</b>	IP54. Caja ó gabinete de protección para el equipo codificador angular de material resistente a la corrosión, en aluminio ó fibra de vidrio y todo lo necesario para adaptarlo a los pozos de aquietamiento ya existentes de 6" de diámetro aproximadamente.

<b>Especificaciones del sensor de nivel tipo: Radar</b>	
<b>Flexibilidad</b>	El extremadamente bajo consumo de energía (midiendo <12 mA en 12 V), su amplio rango de medición y las diferentes interfaces con las que cuenta hacen del RLS un instrumento muy flexible para diferentes aplicaciones. Su carcasa estable, relativamente ligera y resistente a inundaciones es muy fácil de montar. El soporte de montaje permite una fácil alineación del sensor. No requiere una estructura compleja como pozos de aquietamiento o tubos para flotador.
<b>Características</b>	<input type="checkbox"/> Radar de bajo consumo de energía <input type="checkbox"/> Amplio rango de medición <input type="checkbox"/> Diseñado para aplicaciones de Hidrometría <input type="checkbox"/> Compensación de temperatura <input type="checkbox"/> Salidas:4...20mA/SDI12/RS485 <input type="checkbox"/> Tamaño compacto facilita instalación <input type="checkbox"/> Medición sin contacto con el agua
Rango de medición	0.8 – 35 m
Precisión	± 3 mm
Tiempo de medición	20 segundos
Apertura angular del haz	12º (± 6º)
Frecuencia de transmisión	24 GHz
<b>Datos Eléctricos</b>	
Suministro de energía	9.6 – 28 V CD, típicamente 12/24 V CD
Consumo de energía durante la medición	< 140 mW (<12 mA en 12 V)
Consumo de energía en modo inactivo	< 1 mW (<0.05 mA en 12 V)
Interfaces	4 – 20 mA, SDI-12, RS-485
<b>Dimensiones y peso</b>	
Dimensiones L x A x A	222 mm x 152 mm x 190 mm
Peso (incluyendo montaje)	Aprox. 2.1 kg
<b>Medio ambiente de operación</b>	
Temperatura de operación	-40 a +60 °C
Rango Humedad de operación	0 a 100%
<b>Materiales</b>	
Carcasa	ASA (ABS estabilizado a RU)
Radomo (panel frontal)	TFM PTFE
<b>Tipo de protección</b>	IP 67 (máxima profundidad de sumersión 1 m; durante 48 horas)

<b>Especificaciones del Transmisor Satelital</b>	
Certificación:	Cuenta con certificado otorgado por NOAA/NESDIS (#0304-011, Marzo. 05, 2004) para Low y High Data Rates para 100, 300 y 1200 baudios.
Operación:	Opera en forma continua y automática. El transmisor satelital tiene dos requerimientos para una operación adecuada: la antena del GPS del transmisor debe tener una vista clara al cielo y la antena de transmisión (antena Yagi) debe de tener una vista clara al satélite.
Construcción:	Caja autónoma al resto de la estación de fabricación rígida y resistente a la corrosión; estará ubicado dentro del gabinete NEMA 4 principal de la EHA.
Velocidades de transmisión	100/300/1200 baudios
Impedancia de salida	50 Ohms
Potencia de salida:	<b>10.0 W</b> nominal
Interfaz de control	<b>RS-232</b>
Requerimientos de energía:	De 10 a 15 VCD, 12 Volts Nominal (Certificado y aprobado por la NOAA) <b>3 mA</b> en modo inactivo, <b>50 mA</b> durante la adquisición del GPS y máximo <b>4 A</b> durante la transmisión.
Temperatura de operación:	<b>-40....+60 °C</b>
Antenas y cables	Antena GPS para intemperie. Cables para la conexión (si están expuestos a la intemperie, con los requerimientos obligatorios de protección).
Fuente de alimentación	La alimentación eléctrica para su operación es la misma fuente de energía que los demás componentes de la EHA.

Especificaciones de la Antena Yagi	
Tipo de antena:	Antena tipo <b>YAGI</b>
Frecuencia central:	<b>401.8</b> MHz Nominal
Ancho de banda	<b>2</b> MHz Mínimo
Potencia de entrada	<b>15</b> Watts Max.
Impedancia:	<b>50</b> Ohms
Ganancia:	<b>11</b> dB
SWR:	<b>1.50</b> Max.
Radio Axial:	<b>4</b> dB Max.
Directividad:	<b>+14.0</b> dBic Nominal
Ancho de haz a � potencia	<b>45�</b> Nominal
Conector:	Tipo N hembra
Temperatura operación:	<b>-20...+70 �C</b>
Cable para conexión a estación:	Tipo N macho, longitud de <b>5 metros</b>
Base de la antena:	Ajuste de elevación de <b>0 a 90�</b> , y ajuste de azimut de <b>360�</b> Incluye todo lo necesario para su fijación a la torre mástil
NESDIS	Cumple con los requerimientos NESDIS para este tipo de antenas

Especificaciones de la Antena GPS	
Frecuencia central:	<b>1575.40</b> MHz Nominal
Ancho de banda	6MHz
Potencia de salida	<b>@90� 3dBic</b> <b>@20� -2dBic.</b>
Impedancia de salida :	<b>50</b> Ohms
Ganancia:	<b>28</b> dB
VSWR:	<b>1.50</b> Max
Radio Axial:	<b>@90� 4 dB</b> <b>@20� 6dB</b>
Conector:	Tipo SMA macho
Temperatura operación:	<b>-40...+80 �C</b>

<b>Especificaciones de la Batería Recargable</b>	
<b>Voltaje Nominal</b>	12 V
<b>Capacidad Nominal</b> 20 horas (1.75 A a 10.50 V) 10 horas (3.30 A a 10.50 V) 5 horas (6.20 A a 10.20 V) 1 hora (25.0 A a 9.0 V) 1/4 hora (70.0 A a 8.25 V)	35.0 A H 33.0 A H 31.0 A H 25.0 A H 17.5 A H
<b>Peso</b>	11.4 kg
<b>Dimensiones</b>	Alto 180 mm, ancho 132 mm, largo 198 mm
<b>Corriente de descarga máxima (≤ 7 min)</b>	100 A
<b>Corriente de descarga de corta duración máxima (≤ 7 min)</b>	300 A
<b>Temperatura de operación:</b> <b>Carga</b> <b>Descarga</b>	-4°F (-20°C) a 122°F (50°C) -40°F (-20°C) a 140°F (60°C)
<b>Material del gabinete</b>	Plástico ABS

<b>Especificaciones del Controlador de Carga</b>	
Tensión del sistema:	12 V
Tensión PV máxima entregada:	<b>25 V</b>
Tensión mínima de operación:	<b>6 V</b>
Entrada PV nominal:	<b>10 A</b>
Carga nominal:	<b>10 A</b>
Especificación máxima de corto circuito PV:	<b>12.5 A</b>
Autoconsumo:	<b>8 a 10 mA</b>
Precisión:	<b>+/- 35 mV</b>
Regulación de tensión cte.	<b>14.1 V</b>
Desconexión por carga con bajo voltaje:	<b>11.5 V</b>
Temperatura de operación:	<b>-40 a +85 °C</b>

Especificaciones de Panel Solar Fotovoltaico	
Potencia pico nominal:	<b>40 Watts (12VCD)</b>
Corriente a potencia pico:	<b>2.48 A</b>
Voltaje a circuito abierto:	<b>21.7 V</b>
Temperatura de operación:	<b>-40...+80 °C</b>
Celdas tipo:	Policristalino de alta eficiencia
Resistencia a impactos:	Protección contra impactos de proyectiles con tamaños de hasta 2.5 cm o mayores
Regulador eléctrico:	Regulador de Voltaje/Controlador de carga <b>Morningstar Sunsaver-10</b>
Estructura:	Marco de aluminio con accesorios de montaje. El panel se fija a la torre triangular utilizando herrajes de aluminio reforzados.

Especificaciones Protección para línea de RF	
<b>Características:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño Robusto</li> <li>• Instalación sencilla</li> <li>• Modelos CSP para conectarse a terminales N y BNC</li> <li>• Carcasa conector tipo N disponible</li> <li>• Pico corriente soportado (20kA 8/20µs)</li> <li>• Amplio espectro de frecuencia de operación</li> <li>• Bajo nivel de reflejo</li> <li>• Soporte para montaje y cable para aterrizar incluido.</li> <li>• Aprobada por la CE</li> </ul>

<b>Especificaciones de la Protección contra sobre-voltaje</b>	
Tensión nominal de línea:	<b>24 V</b>
Tensión máxima de línea:	<b>28 V</b>
Corriente max. De línea:	<b>300 mA</b>
Nivel de protección:	<b>40 V</b>
Corriente de descarga nom:	<b>5 kA</b>
Corriente de descarga max:	<b>20 kA</b>
Final de vida:	<b>Corto-circuito</b>

<b>Especificaciones de la Varilla de puesta a Tierra</b>	
<b>Características:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor resistencia a la corrosión que las varillas galvanizadas logrando una vida útil de hasta 30 años</li> <li>• Mejores características mecánicas que los electrodos químicos no metálicos</li> <li>• Proceso de manufactura con lo último en tecnología lo cual asegura una aplicación uniforme en el espesor del recubrimiento de cobre</li> <li>• Esfuerzo de tensión promedio de 80,000 psi y una tolerancia de dobléz de 0.25 mm por cada 30 cm</li> <li>• Excede los requerimientos de las normas ANSI®/UL® 467-1997, CSA® y ANSI/NEMA® GR-1</li> </ul>