



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN

PROPUESTA DE UNA ESTACIÓN  
CLIMATOLÓGICA PARA LA  
FES ARAGÓN

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERA CIVIL

P R E S E N T A :

SILVIA ANGELICA VELAZCO BRISEÑO

DIRECTOR: M. EN I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ

Bosques de Aragón, Edo. De México, Noviembre del 2011.





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

### *A MIS PADRES*

*Que estuvieron cada día desde el inicio de mi formación académica hasta el final, que no hubo noche que no se desvelaran conmigo para darme ánimos y motivarme a salir adelante, a ellos que son lo máximo en mi vida y siempre fueron y serán un ejemplo a seguir, nadie como ellos que supieron sacar a sus hijos adelante y que hoy se pueden sentir orgullosos de tener a dos hijos como ingenieros, eternamente les estaré agradecida por haberme dado la oportunidad de estudiar lo que a mí me gusta, por haberme dejado tomar una de las decisiones más importantes de mi vida, ahora gracias a ellos puedo enfrentar a la vida sin titubear y salir adelante. Gracias por haberme hecho una mujer de provecho, por sacrificar todo para mi educación, he aquí los frutos de ello que les aseguro no desaprovechare, y ahora yo seguiré creciendo cada día más, para que vean lo que hizo su amor, constancia y esfuerzo. Gracias a los mejores padres que pudo haberme dado DIOS, por haberme dado la vida y hacer de ella la más feliz, los amo con todo mi corazón.*

### *A MI HERMANO*

*Que fue mi ejemplo a seguir, queriendo ser como él cuando estuviera grande, por haberme enseñado a sacarle provecho a la vida y estudiar algo que me serviría en mi futuro, ahora que estoy del lado de él, le doy gracias por haberme orientado. Mi único hermano pero el mejor de todos, años de diferencia no importan, lo único aquí es que lo amo, y que siempre le estaré agradecida por haberme apoyado y alentado cuando lo necesite.*

***A MI AMOR***

*Por haber llegado a mi vida en el mejor momento, por recordarme lo que es vivir, por hacerme día con día feliz, por apoyarme incondicionalmente y alentarme a seguir adelante y crecer profesionalmente, gracias angelito por llegar a cuidarme y llenar mis días de luz, por amarme tanto y cuidar de mí. Gracias amor por en tan poco hacer tanto por mí. Te amo Jesús C.*

***A MI CUÑADA Y MI SOBRINA***

*La hermana que nunca tuve, la tengo hoy, siempre apoyándome y dándome consejos para que mi vida sea mejor, siempre abrazándome cuando lo necesito, siempre conmigo y dándome ánimos, me ha ayudado a tomar decisiones correctas, como ella, nadie, te quiero mucho hermanita. Y a mi Nicole, que le digo, si hasta la fecha no me explico como un ser tan chiquito puede llenar tanto de luz la vida de uno, con sus risas y ocurrencias, es de agradecerle llenar de tanto amor y alegría nuestros corazones.*

***A LA FAMILIA PALACIOS***

*Porque más que tíos y primo, han sido mis segundos padres y mi segundo hermano, como ellos nadie, mis tíos los mejores que siempre me estuvieron apoyando, incluso desvelándose con migo en las tareas, siempre dándome ánimos para concluir mis estudios, dándome su amor y su apoyo incondicional siempre que lo necesitaba, ahora ven esas desveladas reflejadas en mis logros, infinitas gracias por todo lo que me dieron y lo que me siguen dando, los amo por ser quienes son. Gracias ángel por cuidar de mi, por ponerme en el camino lo que hasta hoy tengo.*

***A LA FAMILIA GARCÍA***

*Una familia ejemplar que siempre le dan a uno todo lo que está en sus manos, sin pensarlo dos veces siempre me han apoyado, he recibido de ellos amor y apoyo, siempre atrás de mí en mis logros, es por eso que ellos son parte de este logro más de mi vida, gracias por apoyarme y estar conmigo en todo momento, su amor que dan, saben que es correspondido de la misma manera.*

***A LA FAMILIA***

*Hay demasiadas personas que quisiera agradecer a una por una pero no se puede, saben quiénes son y lo que hicieron por mí, gracias por su apoyo incondicional y apoyar a mis padres en mi camino, por levantarme los ánimos, cuando ya me sentía cansada de estudiar, los adoro y gracias por creer en mí.*

***AL ING. PATROCINIO***

*Por tomar parte de su tiempo y dedicárselo a este trabajo, por apoyarme desde el inicio de esta meta, por no dejarme sola y estar ahí siempre, gracias por ese apoyo incondicional y ayudarme a hacer este sueño realidad. Por orientarme de la mejor manera y guiarme adecuadamente. Por compartirme un poco de su tanto conocimiento que tiene por dar. Es un orgullo que usted haya sido mi director de tesis.*

***A MIS SINODALES***

*Por el apoyo que me dieron para poder realizar este proyecto, que es ahora la llave para abrir la puerta hacia nuevos horizontes, sin ustedes no hubiera podido, gracias porque aparte de ser mi jurado, fueron parte de mi formación académica, ahora aquí los frutos de ser profesores.*

***“A TODOS GRACIAS POR SU AMOR Y APOYO INCONDICIONAL, DIOS NO ME PUDO HABER PUESTO EN MI CAMINO A MEJORES PERSONAS COMO USTEDES, ESTE LOGRO PERTENECE A USTEDES, PORQUE CADA UNO PERTENECE A ESTA META LOGRADA.”***

# I N D I C E

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

ALCANCES

## **I. ASPECTOS GENERALES**

- 1.1. Localización geográfica.
- 1.2. Entorno físico.
- 1.3. Importancia de la estación.

## **II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

- 2.1. Ciclo hidrológico.
- 2.2. Temperatura.
- 2.3. Evaporación.
- 2.4. Precipitación.
- 2.5. Viento.
- 2.6. Fenómenos diversos.
- 2.7. Nubes y su clasificación.
- 2.8. Escalas termométricas.
- 2.9. Estación climatológica.

## **III. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA “ARAGÓN”**

- 3.1. Ubicación.
- 3.2. Diseño de la estación.
- 3.3. Distribución de los aparatos.
- 3.4. Formatos de registro.
- 3.5. Propuesta didáctica.

**IV. PROYECTO EJECUTIVO**

- 4.1. Trabajos preliminares.
- 4.2. Cimentación.
- 4.3. Cerco de protección.
- 4.4. Detalles de puerta.
- 4.5. Alambrado.
- 4.6. Construcción de abrigo para el termómetro.
- 4.7. Apoyo del pluviómetro.
- 4.8. Construcción de parrilla para evaporómetro.
- 4.9. Poste de apoyo para veleta.
- 4.10. Catalogo de conceptos y generador.

**V. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

- 5.1. Instrucciones generales.
- 5.2. Operación del termómetro.
- 5.3. Operación del pluviómetro.
- 5.4. Operación del evaporómetro.
- 5.5. Operación de veleta.
- 5.6. Tipos y estados del tiempo.
- 5.7. Anotaciones generales.
- 5.8. Mantenimiento de la estación climatológica.
- 5.9. Mantenimiento de cada aparato.

**CONCLUSIONES****BIBLIOGRAFÍA**

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está dirigido en primer término a los alumnos de la carrera de Ingeniería Civil, como complemento para su formación académica dentro del área de la hidráulica; en segundo término pero no menos importante, para todos los ingenieros civiles y profesores que imparten clases en las asignaturas de esta carrera y a todas aquellas personas que cuyo interés está directamente relacionado con estas áreas de la Ingeniería Civil, que necesiten conocer el clima de un lugar o el comportamiento del estado del tiempo a través de los años, teniendo esta información se podrá generar bases de datos útil para ser analizada para fines únicos. Con estas bases se podrán predecir distintos fenómenos climatológicos.

Actualmente sufrimos la pérdida del equilibrio de los ecosistemas, por una sobre explotación de los mismos, por consecuencia de esto, el ser humano ha llegado a sufrir los efectos del mismo, se han visto alrededor del país las afectaciones de los distintos fenómenos.

Es por ello que con los aparatos de esta estación, se podrá medir y obtener datos que registren los distintos fenómenos climatológicos, ya sea el tiempo atmosférico actual, precipitaciones, temperatura del aire, humedad, viento, evaporación, entre otros que produce la atmósfera. Sería muy importante la creación de esta, ya que sería un beneficio para toda la población aledaña, siendo un poco más específica, se podrían prevenir lluvias y por ende inundaciones que como se ha visto esta problemática cada vez va más en aumento; sería un proyecto importante para la FES ARAGÓN ya que se aprovecharía para muchos aspectos que ya se han mencionado.

Es importante que se generen este tipo de proyectos no solo en universidades, si no en distintos puntos estratégicos para poder prevenir desastres como los que se han vivido los últimos años, desafortunadamente en nuestro país muchas veces no apoyan este tipo de trabajos ya que no lo ven necesario o útil, pero creo que si se profundiza en el tema es de gran utilidad tener bases con toda esta clase de información.

## OBJETIVOS

Desarrollar el proyecto de una Estación Climatológica para complementar la formación de los Ingenieros Civiles de la FES Aragón, así como, para caracterizar el clima de la zona que la circunda. Y posteriormente proporcionar datos útiles para las obras hidráulicas de las colonias vecinas

## ALCANCES

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto como este trabajo se desarrolla de la siguiente manera:

- En el capítulo I se tratan los aspectos generales de la FES, esto con la finalidad de establecer el marco físico- natural del lugar en donde se propone que se localice la estación climatológica, así como características específicas de la misma, lo que es ahí donde la ubicaré físicamente y nos permitirá establecer un diagnóstico de la viabilidad del mismo.
- En el capítulo II se presentan los fundamentos teóricos que deben conocerse para poder conocer el entorno que tiene la estación climatológica, ya que con ello se podrá entender con facilidad todo lo que con lleva está.
- En el capítulo III se exponen los aspectos generales de *ubicación* de la estación, en el entorno de la FES Aragón y la forma de esta, es decir su *diseño*. Otros aspectos que también se desarrollan en este apartado, son los formatos que servirán de base para los registros que proporcionen cada instrumento de la estación, así como, una propuesta didáctica para los alumnos.

- En el capítulo IV se plantea la solución constructiva del diseño de la estación, representada en forma gráfica y bidimensional. Estos consistirán en un conjunto de planos detallados y la especificación de los materiales y técnicas constructivas para su ejecución.
- Respecto al capítulo V, en este se va a tratar el cómo se opera y mantiene la estación climatológica, tanto de los aparatos en particular, como de está en general.
- Finalmente se mencionan las conclusiones a las que llegue con el desarrollo de esta propuesta.

## I. ASPECTOS GENERALES

### INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de establecer el marco físico- natural del lugar en donde se propone que se localice la estación climatológica motivo de este trabajo, se describen a continuación tales características de la FES Aragón, ya que es ahí donde la ubicaré físicamente y nos permitirá establecer un diagnóstico de la viabilidad del mismo.

### LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La Facultad se encuentra ubicada en la parte este del estado de México entre las coordenadas geográficas que se muestran en la tabla No.1.1.

TABLA No.1.1. Coordenadas Geográficas de la FES Aragón		
<i>Altitud N</i>	<i>Longitud O</i>	<i>Elevación (m)</i>
19°28'32.20"	99°02'37.51"	2239

Fuente: Google Earth.

Sus colindancias son: al norte con las colonias Impulsora Popular Avícola e Impulsora-Antenas, al sur con Prados de Aragón y Las Armas, al este con Plazas de Aragón y al oeste con Bosques de Aragón.

De forma más clara se puede observar a la FES Aragón desde una vista aérea, figura No.1.1, y en está, la ubicación de la estación, imagen que fue tomada de Google Earth.



Figura No.1.1

Google Earth, "FES Aragón", ca 2010,  
imagen tomada de: Google Earth,  
(fecha de actualización: 13 de Septiembre de 2011).

La Facultad, cuya dirección es Av. Rancho Seco S/N, se localiza en el Municipio de Netzahualcóyotl, Estado de México.

El municipio de Netzahualcóyotl tiene un territorio de 63.44 kilómetros cuadrados, que corresponde al 9.4% del total de territorio del Estado de México, y se asienta en la porción oriental del Valle de México, en lo que fuera el lago de Texcoco. Limita al norte con el municipio de Ecatepec de Morelos y la zona federal del Lago de Texcoco; al noroeste con la delegación Gustavo A. Madero del D.F.; al noreste con los municipios Texcoco y San Salvador Atenco; al este con los municipios La Paz y Chimalhuacán; al oeste con las delegaciones Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza y al sur con las delegaciones Iztapalapa e Iztacalco del Distrito federal y el Municipio Los Reyes la Paz.

La ubicación geográfica del territorio municipal tiene como coordenadas extremas: Latitud norte del paralelo 19°21'36" y 19°30'04" al paralelo; Longitud oeste del meridiano 98°57'57" y 99°04'17" al meridiano. Netzahualcóyotl está situado a una altura de 2,240 metros sobre el nivel del mar y pertenece a la región III Texcoco, subregión II y es parte de la zona conurbana de la Ciudad de México.

## ENTORNO FÍSICO

### FISIOGRAFÍA

El municipio de Netzahualcóyotl se encuentra dentro de la provincia fisiográfica del eje neovolcánico, en la subprovincia de lagos y volcanes de Anáhuac. Los terrenos que pertenecen a este municipio no presentan pendientes considerables, ya que se ubican en una vasta llanura sin alteraciones que antiguamente fue ocupada por el lago de Texcoco. Ver figura No.1.2.



Figura No.1.2. Mapa fisiográfico

INEGI, "Mapa fisiográfico", ca 2010, imagen tomada del sitio: <http://www.inegi.org.mx/>, (fecha de actualización: 14 de Septiembre de 2011).

## GEOLOGÍA

El estado de México se caracteriza por el predominio de rocas volcánicas cenozoicas que datan del periodo terciario y cuaternario.

En la provincia del eje neovolcánico, hay algunos afloramientos de rocas triásicas, litológicamente clasificadas como filitas y pizarras. Del cretácico, afloran rocas sedimentarias marinas, de composición carbonatada. También existen rocas sedimentarias clásticas, asociadas con piroclásticas (tobas). Específicamente en el municipio de Netzahualcóyotl, del cuaternario existen depósitos lacustres y aluviales que rellenan antiguos lagos de la cuenca de México y los valles de la cuenca del Lerma. Ver figura No.1.3.

Las estructuras principales de esta provincia son los aparatos volcánicos formados por conos cineríticos y derrames de lavas. De entre estos sobresalen el Popocatepetl, el Iztlacihuatl y el Nevado de Toluca, que son los volcanes más notables del país, todos ellos formados por rocas andesíticas.



Figura No.1.3. Mapa geológico

INEGI, "Mapa geológico", ca 2010, imagen tomada del sitio: <http://www.inegi.org.mx/>, (fecha de actualización: 14 de Septiembre de 2011).

## CLIMA

El clima prevaleciente en el municipio de Netzahualcóyotl es el denominado clima semiseco, incluido dentro del grupo de los climas secos, también conocido como grupo de clima seco estepario. Se caracteriza por que la evaporación excede a la precipitación; las comunidades vegetativas con que está asociado son las xerófilas y los pastizales. Tiene lluvias en verano y escasas a lo largo del año. La precipitación media anual es de 518.8 milímetros. La temperatura media oscila entre los 22° y 24°C. A continuación se presenta el tipo de clima prevaleciente en la zona, figura No.1.4.



Figura No.1.4. Mapa de climas

INEGI, "Mapa de climas", ca 2010, imagen tomada del sitio: <http://www.inegi.org.mx/>, (fecha de actualización: 14 de Septiembre de 2011).

*TEMPERATURA*

Con los datos que se aportan en las estaciones meteorológicas del Estado de México, se llegan a obtener datos de temperatura medias anuales y mensuales. Así como un mapa isotérmico mostrado en la figura No.1.5.



Figura No.1.5. Mapa de Isothermas

INEGI, “Mapa de isothermas”, ca 2010, imagen tomada del sitio: <http://www.inegi.org.mx/>, (fecha de actualización: 14 de Septiembre de 2011).

## PRECIPITACIÓN

Las estaciones meteorológicas registran también la precipitación mensual y anual promedio en milímetros con las que se elaboran los mapas de isoyetas, así como se muestra en la figura No.1.6.



Figura No.1.6. Mapa de Isoyetas

INEGI, "Mapa de isoyetas", ca 2010,  
imagen tomada del sitio: <http://www.inegi.org.mx/>,  
(fecha de actualización: 14 de Septiembre de 2011).

### *VIENTOS DOMINANTES*

Los vientos dominantes del suroeste ocurren la mayor parte del año, mientras que en otoño son los del norte y noreste.

### *FLORA Y FAUNA*

En el área ocupada por la Subprovincia de los lagos y volcanes de Anáhuac del estado de México, existe viabilidad agrícola de temporal y riego para el cultivo de ajo, alcachofa, apio, cebada, centeno, garbanzo, ejote, y floresta entre otros; por lo que respecta a lo pecuario sería factible criar bovinos, caprinos y ovinos; en cuanto a lo forestal sería posible aprovechar los recursos para explotación industrial, comercial y domestica. En la FES prevalece flora como yuca, eucalipto, pino lacio, entre otros. Ver figura No.1.7.



Figura No.1.7.

Angelica Velazco, "Flora",  
ca 5 de septiembre de 2011, fotografías tomadas de: la FES Aragón,  
(fecha de actualización: 14 de Septiembre de 2011).

## IMPORTANCIA DE LA ESTACIÓN

Se propuso una estación climatológica para la FES Aragón porque es importante primeramente que los alumnos se enriquezcan más conociendo, observando y aprendiendo en dicha estación como se toman los datos de los diversos fenómenos climatológicos y que después serán utilizados en la práctica, además tendrán la oportunidad de realizar prácticas y podrán entre otras cosas medir las temperaturas del aire, ya sean ambiente, máxima o mínima estas con ayuda del termómetro; la precipitación (lluvia, granizo, etc.) utilizando el pluviómetro; la altura en milímetros, del agua que por diversas causas se evapora de su superficie con apoyo del evaporómetro y la veleta que marcara la dirección del viento. Tanto el profesor como el alumno complementaran el tema a tratar haciendo este tipo de aprendizaje didáctico, con la estación será más fácil entender los fenómenos que están a nuestro alrededor, eso por una parte será importante para los alumnos que como bien se ha dicho es uno de mis objetivos de este trabajo.

Por otra lado también será importante esta estación ubicada en esta Facultad ya que la estación más cercana es la de Acolman, y como es lógico, los datos que arroja está no son ni serán los mismos que arroje está, teniendo datos actualizados y correspondientes a esta zona se podrá evitar desastres como los que se han vivido estos últimos años.

Teniendo ya instalada la estación climatológica “Aragón” en nuestra Facultad se podrán cuantificar o medir los elementos del tiempo y del clima, teniendo esto se podrá determinar el clima de la zona y el comportamiento del estado del tiempo a través de los años, así como también se generara una base de datos útil para ser analizada para propósitos diferentes por maestros y alumnos interesados en este campo de estudio.

## II. FUNDAMENTOS TEORICOS

### INTRODUCCIÓN

Es importante conocer todo lo relacionado a la estación climatológico, ya que con ello se podrá entender con facilidad todo lo que con lleva está, en este capítulo se trataran diversos temas tales como explicaciones de conceptos generales, por ejemplo: el ciclo hidrológico, distintos tipos de temperatura, aparatos que llevara la estación, tipos de precipitación, diversos fenómenos como: aire, bruma y demás, tipos de precipitaciones, escalas termométricas, tipos de nubes, clasificaciones de estaciones, entre otras cosas. Entendiendo estos conceptos se podrá entender con facilidad los posteriores capítulos.

### CICLO HIDROLÓGICO

El ciclo hidrológico cerrado que siguen las partículas de agua en cualquiera de sus tres estados físicos, (sólido, líquido y gaseoso), al circular desde la superficie de los mares hacia la atmosfera, de esta a la tierra y de allí nuevamente a los mares, se conoce con el nombre de Ciclo Hidrológico. La energía que da lugar a este proceso, proviene de dos fuentes únicas: del calor solar y de la acción de la gravedad. El movimiento continuo que producen las fuentes de energía citadas, se efectúan en tal forma que la suma de los volúmenes que intervienen permanece prácticamente constante, es decir, matemáticamente tenemos:

$$P = E + R \text{ ----- (Ec. 2.1)}$$

P = Precipitación

E = Evaporación y Transpiración

R = Escurrimiento (superficial o subterráneo)

La ecuación No. 2.1 no es rigurosamente exacta, pues siempre hay consumos y aumentos en usos biológicos y reacciones químicas en las rocas.

En el ciclo hidrológico intervienen una serie de fenómenos más o menos complejos, los que en forma esquemática pueden verse en la figura No.2.1.



Figura No.2.1

Hallin Huno, "Central4", ca 2011,  
imagen tomada del sitio: <http://educasitios.educ.ar/grupo094/?q=node/51>,  
(fecha de actualización: 02 de Septiembre de 2011).

Se hace a continuación un despliegue de los principales fenómenos meteorológicos que interesan para el desarrollo del tema que nos ocupa.

## TEMPERATURA

Una de las cualidades físicas de la materia, consiste en la propiedad que tiene que almacenar calor en mayor o menor grado, comparando la cantidad de calor almacenada en un cuerpo con la cantidad almacenada en otro, se obtiene el concepto de temperatura. La comparación se puede hacer por medio del sentido del tacto o bien con ayuda de aparatos especiales, tales como los termómetros. Los comúnmente usados en Meteorología, de acuerdo con sus características pueden ser:

- Termómetro Six, o sea de Máxima y Mínima
- Termómetro de Ambiente
- Termómetro de Máxima
- Termómetro de Mínima

Entre los datos que son de mayor importancia para la Climatología, la temperatura del aire libre ocupa un lugar preferente y para conocerla es preciso que el termómetro con que se ha de medir, se encuentre instalado en condiciones tales que permitan la libre circulación del aire a su alrededor y que eviten la exposición directa a los rayos solares, debiendo cuidarse además, de no colocarlo cerca de paredes, arboles y otros objetos que pudieran reflejar el calor solar, o bien, servir de obstáculo a las corrientes de aire.

Tratando de uniformar las condiciones de instalación del termómetro, se ha adoptado igualmente doubles, en cuyo interior el aire puede circular en todas direcciones, debiendo colocarse el aparato aproximadamente en el centro del espacio cubierto por dicho abrigo, razón por la que se acostumbra denominar los datos de temperatura obtenidos en estas condiciones: “Temperatura al Abrigo”.

### *TEMPERATURA MÁXIMA*

La temperatura máxima es, como su nombre lo indica, la temperatura más alta que se registra en el periodo de tiempo comprendido entre dos observaciones consecutivas. Dicha temperatura la marca el índice de la rama derecha del tubo “U”, (rama de máxima), figura No.2.2, en el extremo que se encuentra más cercano a la columna de mercurio.



Figura No.2.2

DICSA, “Nuevo41”, ca 2008,

imagen tomada del sitio: [http://www.dicsa.es/tienda/index.php?cPath=23\\_42](http://www.dicsa.es/tienda/index.php?cPath=23_42),

(fecha de actualización: 02 de Septiembre de 2011).

En la Republica Mexicana, el valor máximo de la temperatura del aire libre se registra generalmente entre las 2 y las 4 de la tarde.

### *TERMOMETRO DE MAXIMA*

Los termómetros de máxima, figura No.2.3, generalmente son de mercurio y de registro automático. Estos termómetros son semejantes a los de ambiente, pero cerca del bulbo tienen un estrangulamiento producido por una pequeña varilla de esmalte que va soldada al tubo capilar, con objeto que al subir la temperatura y aumentar consecuentemente el volumen del mercurio contenido en el bulbo, éste pase por efecto de la presión a través de la garganta, hasta llenar parcialmente el tubo capilar formando la columna de mercurio. Al bajar la temperatura no hay fuerza suficiente que obre sobre la columna para hacerla pasar por la garganta y regresarla al bulbo y todo el mercurio que ha pasado el estrangulamiento se queda en el tubo marcando la temperatura máxima que debe leerse en el extremo de la columna.

Los resultados obtenidos con estos termómetros son más precisos que los que dan los termómetros Six.

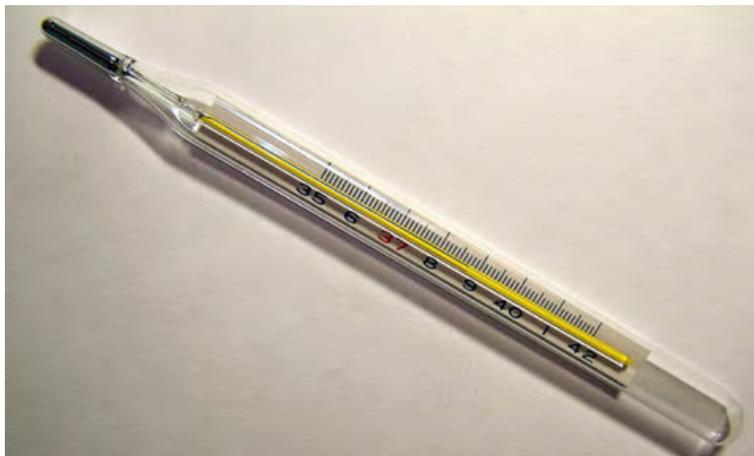


Figura No.2.3

DICSA, "termómetros-de-mercurio", ca 2011,  
imagen tomada del sitio: <http://zonapublica.com.mx/archives/3813>,  
(fecha de actualización: 02 de Septiembre de 2011).

### TEMPERATURA MÍNIMA

La temperatura mínima se obtiene de modo semejante a la temperatura máxima, únicamente, que debe hacerse la lectura en la rama de la izquierda, (rama de mínima), Figura No.2.4, cuidando de hacer la lectura en la marca que señala el extremo del índice más cercano a la columna de mercurio. Como se puede observar en el termómetro de esta figura, la temperatura mínima indicada es de  $-10^{\circ}.0$ , (menos diez grados centígrados).

### TERMOMETRO DE MINIMA



Como se muestra en la figura No.2.4, estos aparatos en un bulbo lleno de alcohol en vez de mercurio y un tubo capilar que está conectado a aquel y que tiene en su interior un índice de esmalte con cabeza redonda.

Figura No.2.4

Agencia Española de Meteorología - Centro Territorial da Coruña,  
"011\_Termometro\_de\_minima", ca 2011,  
imagen tomada del sitio: <http://mume.lomg.net/ficha.php?idnot=84>,  
(fecha de actualización: 02 de Septiembre de 2011).

En estos termómetros se usa el alcohol, debido a que el mercurio se congela a la temperatura de  $-40^{\circ}.0$  Centígrados, en tanto que el alcohol se congela a  $-130^{\circ}.0$  Centígrados.

El cero de la graduación corresponde a la temperatura del hielo fundente, como en los Termómetros Centígrados de mercurio.

Los termómetros de alcohol tienen siempre diferencias con las indicaciones de los termómetros de mercurio, además de que las correcciones que deben hacerse cambian con

el tiempo, por lo cual es conveniente compararlos periódicamente con estos. Son además, más lentos para alcanzar las marcas correspondientes a las diferentes temperaturas.

### *TEMPERATURA AMBIENTE*

La temperatura ambiente, como su nombre lo indica, es aquella que prevalece en el momento de la observación y que debe leerse directamente en el termómetro, al mismo tiempo en los dos extremos de la columna de mercurio.

### *TERMOMETRO DE AMBIENTE*

El termómetro de ambiente, figura No.2.5, consiste esencialmente en un tubo capilar recto, el cual tiene en un extremo un bulbo, que puede ser de forma cilíndrica o esférica, lleno de mercurio hasta cierta altura del tubo capilar, en el resto del cual se ha hecho el vacío con objeto de que el mercurio pueda subir en su interior libremente.



Figura No.2.5

AUXILAB S L., "72250124", ca 2011,  
imagen tomada del sitio: [http://www.auxilab.es/es/catalogo/densidad-temperatura\\_termometros\\_ambiente\\_Termometro-ambiente-madera-dorado-210-mm.aspx](http://www.auxilab.es/es/catalogo/densidad-temperatura_termometros_ambiente_Termometro-ambiente-madera-dorado-210-mm.aspx),  
(fecha de actualización: 02 de Septiembre de 2011).

Con las variaciones de temperatura, el mercurio sufre alteraciones en su volumen que se traducen en desplazamientos de la columna de mercurio.

La escala en este tipo de termómetros están generalmente en su mismo tallo; sin embargo, hay algunos termómetros de Ambiente en que la escala se encuentra grabada en una regla de vidrio, madera o lamina esmaltada, que a la vez sirve de armadura de protección, como es el caso de la figura antes mencionada.

La mayoría de los termómetros de ambiente, traen en ambos lados de la columna de mercurio graduaciones iguales, bien sean estas con la escala Centígrada o Fahrenheit.

Por lo tanto, dan lecturas según la escala con que estén graduados, pudiendo hacerse la conversión de los valores de una escala a la otra, en caso de que así convenga, por medio de las ecuaciones de conversión, tablas, graficas, etc.

Cuando se trata de un termómetro de ambiente graduado con la escala Centígrada, generalmente tiene valores desde  $-10^{\circ}.0$  hasta  $+50^{\circ}.0$  pasando por  $0.0$  (temperatura de hielo fundente), y cuando la escala es Fahrenheit, los valores son generalmente desde  $10^{\circ}.0$  hasta  $120^{\circ}.0$  grados Fahrenheit.

### *TEMPERATURA DEL AIRE*

La fuente de energía que provee de calor al globo terrestre es indudablemente el sol. De él recibimos la energía necesaria para que tanto la superficie del suelo como la atmosfera, se mantengan dentro de un equilibrio térmico que permita el desarrollo de la vida en las formas que conocemos.

La temperatura propia de la atmosfera es el resultado de un conjunto complejo de factores que al intervenir, hacen que esta sea muy diversa en las diferentes regiones de la tierra y en las distintas capas de la propia atmosfera.

Hay un momento del día en el cual la temperatura de cada lugar alcanza un máximo y otro en que llega a un mínimo, coincidiendo cada uno de estos dos puntos con la hora en que se produce el equilibrio entre el calor del medio día y el mínimo después de la salida del sol.

Por otra parte, para cada punto del globo hay una época del año en la cual la temperatura alcanza un máximo y otra en que llega a un mínimo: la primera se conoce con el nombre de

verano y ocurre después del solsticio de junio (solsticio de verano) y la segunda es el invierno y se presenta un poco después del solsticio de diciembre (solsticio de invierno).

El promedio de las temperaturas máxima y mínima diarias de cada localidad, es su temperatura media diaria; y el promedio de las temperaturas medias diarias en un periodo establece su temperatura media en el mismo, dato sumamente importante para la climatología de un lugar.

## EVAPORACIÓN

La evaporación es el fenómeno físico en el cual los cuerpos en estado líquido pasan al estado gaseoso.

En lo referente al presente trabajo la evaporación que interesa conocer es la del agua, que dadas las condiciones actuales de la superficie terrestre, se produce espontáneamente de todas las superficies líquidas, o húmedas no confinadas.

Este fenómeno es sumamente importante por ser el primer paso dentro del circuito que sigue el agua en el ciclo hidrológico. Mediante él la atmosfera toma la cantidad de humedad que después distribuye y reparte por toda la superficie del globo.

La evaporación puede dividirse en dos tipos perfectamente definidos que son:

- a) La que se produce en la superficie de todos los depósitos de agua, (mares, lagos, ríos, etc.), así como en la superficie del suelo húmedo, en la misma nieve, y aun en la lluvia en el momento de caer.
- b) La que se origina en la superficie de las plantas y animales y que se le llama en particular, transpiración.

Es elemental entender que en la rapidez de la evaporación intervienen varios factores como son: el calor del aire y del líquido, la velocidad del viento, el estado hidrométrico del aire, la presión barométrica y la composición del agua; pero de todos ellos los principales son indudablemente los tres primeros.

Por lo anterior se ha recomendado que los aparatos que miden la evaporación estén abiertos y expuestos a todos los agentes atmosféricos.

En todas las obras de aprovechamientos hidráulicos, es indispensable tener un conocimiento lo más preciso posible de la cantidad de agua disponible, y como uno de los factores que afectan dicha cantidad es la evaporación, es indispensable llevar un registro de esta, para conocer las pérdidas que por dicho concepto se están originando constantemente. Para ello se utiliza un aparato llamado Evaporómetro o Evaporímetro, que como su nombre lo indica, está destinado a medir la evaporación. Este aparato se debe instalar expuesto totalmente a la intemperie y en condiciones tales, que la evaporación se produzca libremente en su superficie de un modo semejante a la que tiene efecto en los grandes depósitos o corrientes de agua.

Existen varios tipos de evaporómetros de los cuales la clasificación más amplia lo divide en Evaporómetros Terrestres y Evaporómetros Flotantes.

Los Evaporómetros Terrestres, o sea los instalados en tierra firme, son los que emplea el Servicio Hidrométrico, y dan siempre valores un poco más altos que los que acusan realmente las grandes masas de agua en los Evaporómetros Flotantes.

Estos últimos, (los flotantes), son un tipo de Evaporómetro que se instala flotando sobre una balsa, a fin de tratar de igualar las condiciones que lo rodean con las del vaso o lago en que se quiere determinar la evaporación.

### *EVAPOROMETRO TERRESTRE*

Este evaporómetro consta esencialmente de dos partes:

- Un depósito en donde se pone el agua
- Un dispositivo para la medida de las variaciones de la altura del agua en el depósito.

El depósito es un tanque de forma cilíndrica de lamina galvanizada, con 122 centímetros de diámetro y 26 centímetros d altura, figura No.2.6.

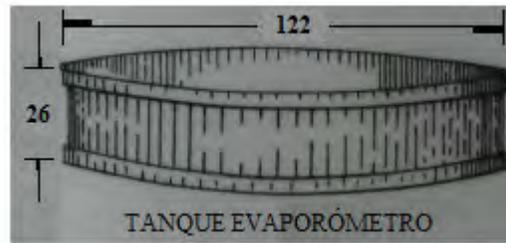


Figura No.2.6

Victor Castillo, "Tanque Evaporómetro", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 08 de Septiembre de 2011).

El dispositivo para medir la altura del agua en el depósito, consta de dos partes, a saber: un cilindro de reposo, figura. No.2.7, y un tornillo micrométrico, figura. No.2.8, el cilindro de reposo tiene por objeto evitar que lleguen al tornillo micrométrico las pequeñas ondulaciones que produce el viento en la superficie del agua. Este cilindro es hueco y generalmente de bronce para evitar que se oxide y su arista superior debe quedar horizontal, lo cual se logra por medio de los tornillos niveladores, (b), que se encuentra en la base del mismo y un nivel de albañil. Dicha base es una placa triangular terminando en tres puntas, de las cuales cuando menos dos, están provistas de tornillos niveladores. Una vez nivelando este cilindro no deberá moverse absolutamente de su posición que servirá para hacer toda un aserie de observaciones como se verá después. En el fondo del cilindro hay una perforación con objeto de que el agua del mismo se comunice con la contenida en el tanque.

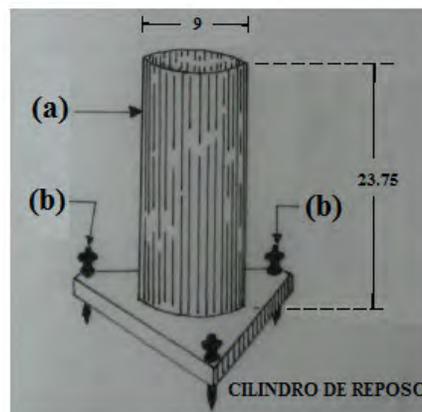


Figura No.2.7

Victor Castillo, "Cilindro de Reposo", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 08 de Septiembre de 2011).

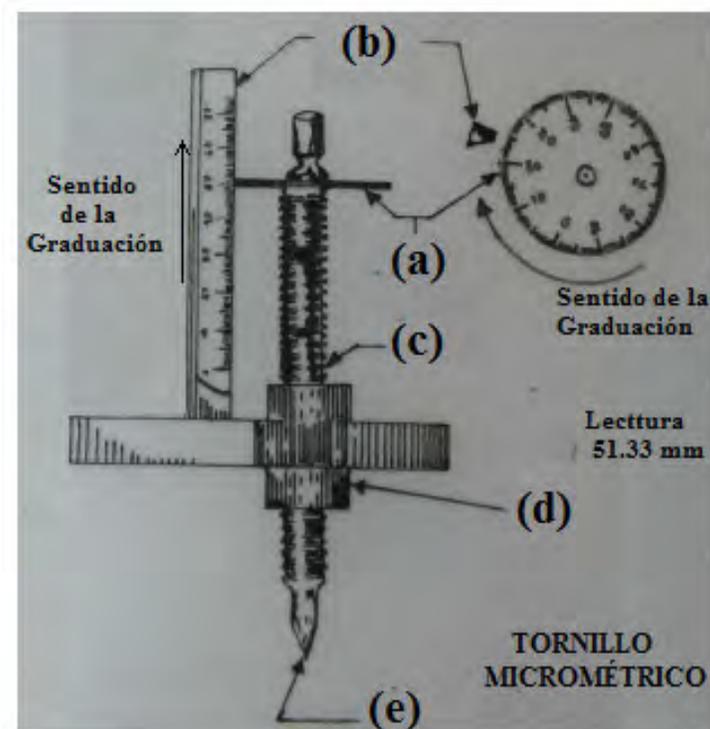


Figura No.2.8

Victor Castillo, "Tornillo Micrométrico", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 08 de Septiembre de 2011).

Para poder llevar un registro preciso de las alturas de agua en el tanque, se hace uso de un tornillo micrométrico que tiene una rosa con paso de un milímetro; es decir, que cada vuelta de tornillo corresponde a un desplazamiento de la punta y cabeza del mismo, de un milímetro. El tornillo está terminado en su parte superior por un disco (a), figura No.2.8, que esta graduado en 100 partes iguales, lo que permite hacer las lecturas de la evaporación con una aproximación de un centésimo de milímetro, ya que cada vuelta completa del tornillo representa un milímetro de altura. El tornillo penetra en una tuerca que a la vez: sirve de suspensión a este dispositivo mediante unas barras en forma de "Y", las cuales tienen por objeto dar apoyo al tornillo sobre el borde del cilindro de reposo para hacer las lecturas.

La graduación del tornillo micrométrico comprende dos partes: Una marcada sobre una regla (b), graduada en milímetros, que está unida sólidamente a uno de los brazos y con anotaciones desde cero hasta 70 en el sentido de abajo hacia arriba; y un disco, (a), graduado como ya se dijo, en 100 partes iguales en el sentido directo, es decir, en el sentido en que se mueven las manecillas del reloj.

El objeto de haber dispuesto en esta forma las graduaciones, fue para que mientras menor sea la altura del agua dentro del tanque, sea menor también la lectura que se obtenga, y viceversa.

En la figura No.2.8, el tornillo micrométrico está marcando una lectura de 51.33 mm. Como se puede observar en este ejemplo, el modo de hacer las lecturas consiste en observar cual es la graduación que señala el bisel del disco sobre la regla vertical, y agregar a esta lectura los centésimos que marque la arista de dicha regla sobre la graduación del propio disco.

## PRECIPITACIÓN

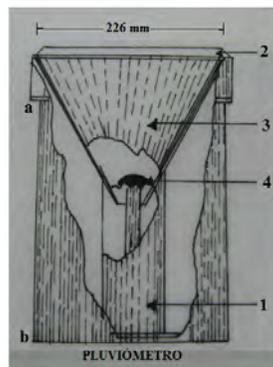
El vapor de agua contenido en la atmosfera desempeña un papel muy activo dentro del ciclo hidrológico, formando las nubes, las que a su vez, debido al fenómeno de la condensación, cambian su estado físico provocando de este modo la precipitación.

La formación de la precipitación es el resultado de un enfriamiento, el cual puede producirse principalmente de cinco maneras diferentes, tal como se muestra en la tabla No.2.1.

TABLA No.2.1.Formación de Precipitaciones	
Tipo de Precipitación	Modelo
<p><u>Por convección</u> Lluvias que se originan por el enfriamiento, debido a la expansión de una masa de aire húmedo, cuando esta asciende arrastra por corrientes convectivas a una capa más alta y de menor presión.</p>	<p>Diagrama que ilustra la formación de precipitación por convección. Se muestran corrientes convectivas que ascienden desde la superficie, formando una nube que produce precipitación. Las etiquetas incluyen 'CORRIENTES CONVECTIVAS' y 'PRECIPITACION'.</p>
<p><u>Orográficas</u> Cuando los accidentes del terreno y la presión del viento obligan a una masa de aire húmedo a elevarse por la ladera de una montaña, con la consiguiente expansión y descenso de temperatura al encontrarse en capas de menor presión.</p>	<p>Diagrama que ilustra la formación de precipitación orográfica. Se muestra el ascenso de aire húmedo por la ladera de una montaña, formando una nube que produce precipitación. Las etiquetas incluyen 'AIRE ASCENDENTE', 'PRECIPITACION' y 'OCEANO'.</p>
<p><u>Por choque de masas de aire</u> Cuando se encuentran dos masas de aire, una de ellas fría y la otra caliente y húmeda, la fría permanece abajo por su mayor densidad subiendo encima de estas la caliente, como si se tratara de una montaña y enfriándose como sucede en el caso de las "orográficas".</p>	<p>Diagrama que ilustra la formación de precipitación por choque de masas de aire. Se muestra el choque de una masa de aire caliente y húmeda con una masa de aire fría y seca, formando una nube que produce precipitación. Las etiquetas incluyen 'AIRE CALIDO', 'AIRE FRIO' y 'PRECIPITACION'.</p>

TABLA No.2.1. Formación de Precipitaciones (continuación)	
Tipo de Precipitación	Modelo
<p><u>Ciclónicas</u>                      Son debidas al conjunto de fenómenos de este tipo que hacen que los vientos calientes y muy húmedos asciendan rápidamente al incorporarse al torbellino ciclónico, con lo cual se expanden y bajan la temperatura.</p>	
<p><u>Por radiación</u>                      La radiación de calor emitida por el aire muy húmedo cercano a la superficie de la tierra es débil y únicamente origina precipitaciones muy ligeras como brumas, nieblas matutinas, y rocío.</p>	

Las observaciones pluviométricas, tienen por objeto la medida de la precipitación y se hace en un aparato llamado Pluviómetro, figura No.2.9, con cuya ayuda se mide la altura de “Precipitación”, que en la altura que tendría la capa de agua al depositarse sobre el suelo, si esta no se infiltrara ni evaporara por efecto del calor, ni escurriera sobre la superficie del suelo.



Victor Castillo, “Pluviómetro”, ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 08 de Septiembre de 2011).

Figura No.2.9

## VIENTO

Al aire en movimiento se le llama viento siempre y cuando dicho movimiento se efectúa en sentido sensiblemente horizontal. La diferencia de temperaturas entre las distintas masas de aire, origina diferencias de presión en ellas y cuando esto sucede tienden a encontrarse, mezclarse y establecer un equilibrio entre sus características físicas.

## FENOMENOS DIVERSOS

La precipitación presenta aspectos sumamente diversos, que es importante tomar en consideración, por lo que se señala brevemente una descripción:

### *LLUVIA*

La lluvia se produce por la condensación del vapor de agua que contienen las nubes provocada por los núcleos de condensación.

La lluvia es una precipitación de agua en forma de gotas, cuando éstas alcanzan un diámetro superior a los 0,5 mm., caen a la tierra por la gravedad a una velocidad superior a los 3 m /seg. En estos momentos se produce la lluvia.

La cantidad de lluvia que cae en un lugar se mide por los “pluviómetros”. La medición se expresa en milímetros de agua y equivale al agua que se acumularía en una superficie horizontal e impermeable de 1 metro cuadrado durante el tiempo que dure la precipitación.

La lluvia, en su caída, se distribuye de forma irregular: parte aprovechará para las plantas, parte aumentará los caudales de los ríos por medio de los barrancos y escorrentías que, a su vez aumentaran las reservas de pantanos y embalses y la mayor parte se infiltrará a través del suelo, y discurriendo por zonas de texturas más o menos porosas formará corrientes subterráneas que irán a parar o bien a depósitos naturales con paredes y fondos arcillosos y que constituirán los llamados yacimientos o pozos naturales, o acabarán desembocando en el mar.

## LLOVIZNA

La llovizna es una precipitación liviana formada por gotas de agua líquida mucho más pequeñas que las de las gotas de lluvia. La llovizna puede ser tan ligera que solamente un milímetro de acumulación es medido en la superficie de la Tierra. La producen las nubes estratocúmulos o estratos.

Las gotas del agua que componen la llovizna parecen flotar en el aire a modo de niebla, y otras veces, la llovizna puede evaporarse antes de caer al suelo. La llovizna disminuye la visibilidad, de manera que es más difícil ver objetos en la distancia cuando está llovisnando que durante un día claro.

Por lo general, la llovizna ocurre sobre el océano, en donde influencia la cobertura y estructura de las nubes y cuánta luz solar estas nubes irradian lejos de la superficie de la Tierra.

## NIEVE

Es un tipo de precipitación en la que el agua cae en forma de cristales de hielo o combinaciones de muchos cristales de hielo llamados copos de nieve. Los copos de nieve se forman en las nubes, donde la temperatura está bajo cero (0°C ó 32°F). Los cristales de hielo se forman alrededor de diminutos pedazos de polvo que el polvo ha arrastrado hacia la atmósfera. Debido a que los cristales de hielo crecen, se hacen más pesados y caen hacia la Tierra.

Cada copo de nieve puede estar formado por hasta 200 cristales de hielo. Muchos copos de nieve son simétricos y de forma hexagonal (con seis caras) porque usualmente las moléculas de agua se organizan en este tipo de simetría cuando se congelan. Si giran como hélices cuando caen a tierra, pueden ser perfectamente simétricas. Otros tipos de copos de hielo caen ladeados. Diferentes tipos de copos de nieve se forman bajo diferentes tipos de condiciones. La temperatura determina si los cristales obtendrán forma de plato plano, columna larga o prisma.

En promedio, 10 pulgadas de nieve se derriten en una pulgada de agua; sin embargo, no toda la nieve es igual. Algunos lugares reciben nieve muy pesada.

Existen áreas de la Tierra en donde la nieve cubre la superficie durante casi todo el año. Por lo general, a estas áreas se les conoce como campos de nieve, y se encuentran a elevadas latitudes donde la nieve es algo común y las temperaturas se mantienen frías durante todo el año; así como en las cimas de las montañas, donde la elevada latitud hace que la temperatura sea fría durante todo el año.

### *GRANIZO*

El Granizo es un fenómeno atmosférico poco usual, ya que en su nacimiento y en su evolución se han de dar ciertas condiciones y circunstancias. Para comenzar, cabe indicar que el Granizo sólo se forma en los Cumulonimbos que están muy desarrollados. Los Cumulonimbos son aquellas nubes que se caracterizan por ser grandes nubes de tormenta cuya cima presenta una forma plana. Pueden alargarse hasta alcanzar los quince mil metros de altura, y además del Granizo, se encargan de producir las Tormentas y los Tornados.

El Granizo es una de las formas de precipitación y se llega a originar cuando corrientes de aire ascienden al cielo de forma muy violenta. Las gotas de agua se convierten en hielo al ascender a las zonas más elevadas de la nube, o al menos a una zona de la nube cuya temperatura sea como mínimo de 0° Centígrados, temperatura a la que congela el agua. Conforme transcurre el tiempo, esa gota de agua gana dimensiones, hasta que representa lo suficiente como para ser incontenible y permanecer por más tiempo en suspensión. Es entonces cuando, arrastrándose en su caída entre medias de la nube, se lleva consigo las gotas que va encontrando en su camino.

### *ROCÍO*

Se denomina rocío a las gotas de agua que se forman sobre la superficie, particularmente sobre el pasto o la hierba, durante una noche fría y despejada. Este fenómeno tiene que ver con la capacidad limitada del aire para incorporar o retener vapor de agua. Para una

determinada temperatura del aire, existe un contenido máximo de este elemento que puede ser incorporado en el ambiente.

Esta capacidad máxima es creciente en la medida que la temperatura del aire aumenta. Así, a nivel del mar, un ambiente a 30°C puede contener un máximo cercano a 27 gr de vapor agua por cada kilogramo de aire seco, mientras que el mismo ambiente, pero a 0°C solo puede incorporar un máximo de 4 gr de vapor de agua para la misma cantidad de aire seco. De este modo, la incorporación de vapor de agua adicional por evaporación forzada (por ejemplo al hacer hervir agua en un recinto cerrado), o un descenso de temperatura, provocan la condensación del exceso de vapor de agua. Una de las formas de producción de rocío tiene que ver con el enfriamiento nocturno del suelo (y de la capa de aire adyacente) debido a la pérdida neta de energía por emisión de radiación infrarroja. Esta pérdida de energía es mayor durante las noches despejadas y frías cuando el efecto invernadero disminuye, haciendo posible que se alcance el punto de saturación, lo que lleva a la formación de rocío.

### *ESCARCHA*

Si la temperatura es menor que 0°C, el rocío se congela produciéndose la escarcha. Fenómenos de condensación que se observan en la vida diaria se explican por el mismo mecanismo de formación del rocío. Por ejemplo, cuando se apaga la calefacción en una casa y el aire interior relativamente más húmedo (sobre todo si se ha dejado hervir agua sobre el calefactor) alcanza el punto de saturación por enfriamiento se condensa agua en los lugares más fríos, por ejemplo sobre los vidrios de la ventana. Otro ejemplo: el agua que se forma sobre un vaso que contiene un líquido frío se debe a la condensación del aire en contacto con el vaso, que al bajar su temperatura alcanza su punto de saturación.

### *ARCO IRIS*

El arco iris está causado por gotas de agua en el aire. Suele verse en el cielo en la dirección opuesta al Sol, cerca de zonas con lluvia o de agua pulverizada en las cascadas,

que descompone la luz blanca en sus colores. En el arco más brillante, el primario, que muchas veces es el único visible, los colores tiene el rojo en su lado externo. Sobre este arco perfecto hay otro secundario donde los colores están en orden inverso.

Este arco es más apagado porque se produce tras una reflexión doble en el interior de las gotas.

Cuando un rayo de Sol pasa por una gota de agua, se desvía (se refracta) y se refleja en su interior de tal forma que aparece un espectro de colores. Sin embargo, sólo pueden verse cuando el ángulo de reflexión entre el Sol, la gota de agua y la línea de visión del observador se sitúa entre  $40^\circ$  y  $42^\circ$ .

### *BRUMA*

Se trata de partículas sólidas en suspensión, y son precisamente las partículas secas las que son levantadas por el viento y mantenidas largamente en la atmósfera. La forma de determinar la bruma es a través de la observación visual, ya que reduce la visibilidad, haciendo que los objetos que se encuentran distantes se vean difusos o no se aprecien.

### *HALO*

Es aquel efecto óptico originado por partículas de hielo en suspensión en la troposfera las cuales refractan la luz y generan un espectro de colores alrededor de la luna o el sol, según corresponda. El radio en el cual el fenómeno se da suele ser de  $22^\circ$ , aunque hay casos de hasta  $46^\circ$ . Hacia dentro tiende a presentar colores rojizos y hacia fuera colores como amarillo, verde y azul claro.

### *TEMPESTAD*

Se dice tempestad para designar principalmente a aquellos fenómenos meteorológicos que se generan de manera relativamente abrupta y que se componen por fuertes lluvias,

nubarrones, truenos y relámpagos, posibles caídas de granizos y otros elementos que contribuyan a generar una sensación de caos.

Las tempestades son eventos meteorológicos que no suceden de manera permanente si no que se generan a partir de determinadas condiciones y luego desaparecen. Algunas de ellas pueden ser duraderas, pero una de las características principales de la tempestad es justamente el hecho de que se desata de manera abrupta y por tanto tiende a suponer gran poder y energía que no dura más de unas horas o como muchos días. Las tempestades no suelen ser tan duraderas como si lo pueden ser las simples lluvias que en algunos casos pueden permanecer por mucho tiempo.

Para que se genere una tempestad se tiene que dar un desequilibrio entre la presión de dos zonas contiguas, siendo el centro de baja presión y los alrededores del espacio de alta presión. Este desbalance genera nubes y nubarrones, además de vientos muy potentes. Esas nubes se vuelven además muy pesadas y contienen una importante concentración de agua que luego caerá en forma de lluvia (no como cualquier lluvia si no, debido al viento y a la baja de temperatura, en forma violenta).

### *TROMBA*

Masa de nubes de pequeño diámetro, con un rápido movimiento giratorio, que baja de un cúmulo hasta la superficie del mar, de un lago o de la tierra: las trombas presentan los caracteres de los tornados americanos, pero tienen menos violencia y su diámetro es más pequeño.

### *NIEBLA*

La niebla es el fenómeno meteorológico que supone la presencia de nubes muy bajas, casi a nivel del suelo y está conformada por pequeñas partículas de agua en suspensión. Esta situación se genera como consecuencia de la evaporación de la humedad del suelo, entonces sube el aire húmedo que al enfriarse se condensa y forma estas nubes súper bajas.

Existe una clasificación de las distintas nieblas, que dependerá del enfriamiento que provoco la condensación. Así es que en algunos lugares podremos encontrar la niebla de la radiación que es aquella que se da tras la puesta del sol, una vez frío el suelo, produce la condensación de ese aire.

La niebla de viento tiene lugar cuando grandes masas de aire cargadas de humedad pasan por suelos fríos, enfriando ese aire.

Luego tenemos a la niebla de vapor que se da cuando un aire frío se mueve sobre aguas cálidas, convirtiéndose la condensación en punto de rocío.

Por otro lado tenemos a la niebla de precipitación que justamente como nos dice su nombre se da por que el aire tras la nube está seco cuando llueve. La niebla de ladera, característica en zona de cumbres montañosas y se forma cuando el viento sopla contra una ladera de montaña.

### *HELADA*

La helada es un fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies. Más precisamente, la Organización Meteorológica Mundial habla de helada en el suelo, en referencia a diversos tipos de cobertura de hielo sobre el suelo, producidas por la deposición directa del vapor de agua.

### NUBES Y SU CLASIFICACION

Las nubes constituyen una manifestación visible de los procesos físicos que ocurren en la atmosfera. La descripción exacta de su tipo y cantidad, desempeña un papel sumamente importante en el análisis del tiempo y en la previsión de los cambios en su estado. Se componen de gotitas de agua en suspensión, que tienen un diámetro aproximado de 0.025 milímetros; sin embargo en el caso de las nubes altas, (cirrus), estas se componen de cristales de hielo.

Los tipos de nubes se dividen en 4 familias, para más claridad, en la figura No. 2.10 se observa la distribución de estas.

### *NUBES ALTAS*

Son nubes compuestas por partículas de hielo, situadas a altitudes medias de 8 km sobre la tierra. Esta familia contiene tres géneros principales. Los cirros están aislados, tienen aspecto plumoso y en hebras, a menudo con ganchos o penachos, y se disponen en bandas.

Los cirrostratos aparecen como un velo delgado y blanquecino; en ocasiones muestran una estructura fibrosa y, cuando están situados entre el observador y la Luna, dan lugar a halos. Los cirrocúmulos forman globos y mechones pequeños y blancos parecidos al algodón; se colocan en grupos o filas.

### *NUBES MEDIAS*

Son nubes compuestas por gotitas de agua, tienen una altitud variable, entre 3 y 6 km sobre la tierra. Esta familia incluye dos géneros principales. Los altoestratos parecen velos gruesos grises o azules, a través de los que el Sol y la Luna sólo pueden verse difusamente, como tras un cristal traslúcido. Los altocúmulos tienen el aspecto de globos densos, algodonosos y esponjosos un poco mayores que los cirrocúmulos. El brillo del Sol y la Luna a través de ellos puede producir una corona, o anillo coloreado, de diámetro mucho menor que un halo.

### *NUBES BAJAS*

Estas nubes, también compuestas por gotitas de agua, suelen tener una altitud menor de 1,6 km. Este grupo comprende tres tipos principales. Los estratocúmulos son grandes rollos de nubes, de aspecto ligero y de color gris. Con frecuencia cubren todo el cielo. Debido a que la masa nubosa no suele ser gruesa, a menudo aparecen retazos de cielo azul entre el techo nuboso. Los nimbostratos son gruesos, oscuros y sin forma. Son nubes de precipitación,

desde las que casi siempre llueve o nieva. Los estratos son capas altas de niebla. Aparecen, como un manto plano y blanco, a alturas por lo general inferiores a los 600 m. Cuando se fracturan por la acción del aire caliente en ascensión, se ve un cielo azul y claro.

### *NUBES DE DESARROLLO VERTICAL*

Las nubes de esta familia alcanzan altitudes que varían desde menos de 1,6 km hasta más de 13 km sobre la tierra. En este grupo se incluyen dos tipos principales. Los cúmulos tienen forma de cúpula o de madejas de lana. Se suelen ver durante el medio y el final del día, cuando el calor solar produce las corrientes verticales de aire necesarias para su formación. La parte inferior es, en general, plana y la superior redondeada, parecida a una coliflor. Los cumulonimbos son oscuros y de aspecto pesado. Se alzan a gran altura, como montañas, y muestran a veces un velo de nubes de hielo, falsos cirros, con forma de yunque en su cumbre. Estas nubes tormentosas suelen estar acompañadas por aguaceros violentos e intermitentes. Un grupo de nubes anómalo, aunque muy bonito, es el que incluye las nubes nacaradas, o de madreperla, con altitudes entre 19 y 29 km, y las nubes noctilucentes, con altitudes entre 51 y 56 km. Estas nubes, muy delgadas, pueden verse sólo entre el ocaso y el amanecer, en altas latitudes.

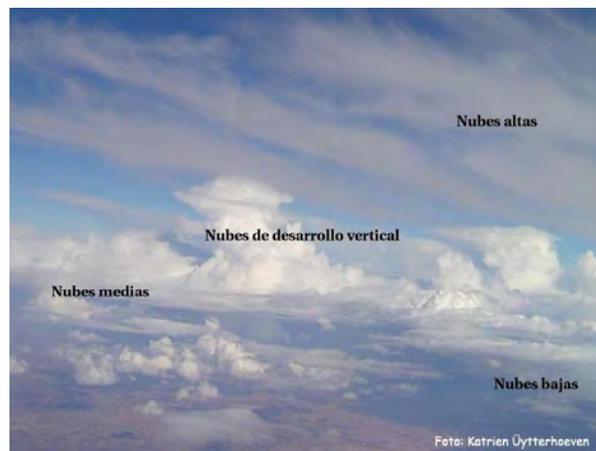


Figura No.2.10

Ámbito socio-lingüístico íes piles, “Tipos”, ca 01 de marzo de 2011, imagen tomada del sitio: <http://iespilesdiver.blogspot.com/2011/03/tema-5-tipos-de-nubes.html>, (fecha de actualización: 05 de Septiembre de 2011).

## ESCALAS TERMOMETRICAS

### *ESCALA CENTÍGRADA*

La escala termométrica más usada en nuestro País es la Centígrada, en la cual, Cero Grados ( $0^{\circ}$ ) corresponde a la temperatura del hielo fundente y cien grados ( $100^{\circ}$ ) a la temperatura de ebullición del agua destilada a la presión de 760 mm, (nivel del mar), y a una latitud geográfica de  $45^{\circ}$ . El intervalo entre estas dos temperaturas se dividió en cien partes iguales, a cada una de las cuales, se le llama Grado ( $^{\circ}$ ).\_Esta escala se debe a Celsius y se llama Centígrada, por haberse dividido en 100 partes el intervalo entre la temperatura de los extremos, (hielo fundente y agua hirviendo).\_Todas las temperaturas más altas que cero grados se consideran como temperaturas positivas.\_Las temperaturas más bajas que cero grados se consideran como temperaturas negativas, las que deben anotarse siempre, anteponiéndoles el signo (-) menos. Estas temperaturas se presentan con frecuencia en los climas fríos durante el invierno.

### *OTRAS ESCALAS*

Hay además otras escalas de temperatura que se usan o se han usado en otros países, tales como las escalas Fahrenheit, Kelvin, Reaumur, etc.

Como la escala Fahrenheit se encuentra con frecuencia en estudios hidrológicos, es importante contar con una tabla de equivalencias entre esta escala y la Centígrada.

## ESTACION CLIMATOLOGICA

Se ha llamado Estación Climatológica Completa, a la instalación adecuada, y apegada a las especificaciones de los siguientes aparatos:

## APARATOS UTILIZADOS

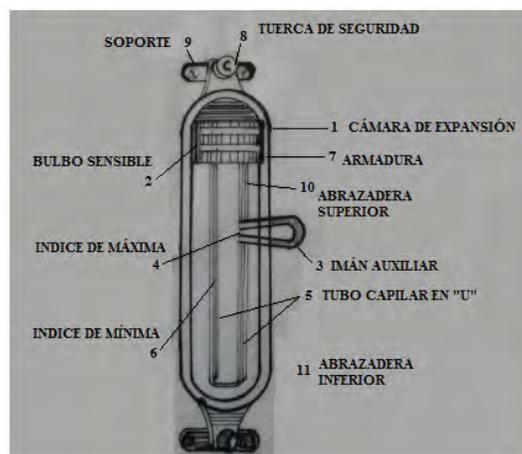
Como iniciación al estudio del trabajo para la operación de las estaciones climatológicas del Servicio Hidrométrico, se da unas breves ideas acerca de los aparatos que las componen.

### APARATOS DE OBSERVACIÓN DIRECTA:

- Termómetro
- Pluviómetro
- Evaporómetro
- Veleta (Anemoscopio)

Termómetro.- Su objeto es medir las temperaturas del aire, ya sean ambiente, máxima o mínima, expresándolas en grados centígrados.

Termómetro de máxima y mínima.- También llamado termómetro six, es un aparato que está constituido esencialmente por un tubo capilar de vidrio doblado en forma de "U", en cuyo interior se aloja una columna de mercurio, cuyos desplazamientos indican, sobre una escala que va unida al tubo capilar, las variaciones de temperatura, figura No.2.11.



Victor Castillo, "Termómetro Six", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 08 de Septiembre de 2011).

Figura No.2.11

El bulbo de cristal (2) contiene generalmente una mezcla de alcohol y guayacol que con las variaciones de temperatura, sufre cambios en su volumen, presionando la columna de mercurio que por ello se desplaza a lo largo del tubo capilar.

La cámara (1), que está llena en parte, de la mezcla de alcohol y guayacol y en parte, por los vapores de esta misma mezcla, tiene por objeto equilibrar las variaciones de la presión interior en el tubo U, de modo que cuando la temperatura aumenta y llega a un grado determinado, la columna de mercurio se desplaza hasta cierto lugar en la escala y cuando aquella después disminuye, esta regresa al grado que le corresponde, debido a la presión del vapor de la mezcla.

Dentro de cada una de las ramas del tubo “U” se deslizan unos pequeños índices esmaltados con alma de hierro. Estos índices solo avanzan bajo el empuje de la columna de mercurio, y no pueden regresar al retirarse está, por lo cual quedan marcando la graduación hasta donde llegó dicha columna.

Para volver a ponerlos en contacto con la columna de mercurio, al hacer la preparación del termómetro diariamente, se utiliza la propiedad magnética de un imán auxiliar (3), según se ve en la figura No.2.11. Los bulbos (1 y 2) están protegidos por la armadura (7) a la cual va atornillada la graduación que generalmente está en la regla esmaltada. El conjunto (bulbos y tubo capilar), queda fijo a la armadura por medio de las abrazaderas (10 y 11).

Pluviómetro.- Es el aparato que sirve para medir la precipitación (lluvia, granizo, nieve, etc.), expresándola en milímetros de altura, como se ve en la figura No.2.9, el Pluviómetro consta esencialmente de un depósito cilíndrico de lamina galvanizada, (a-b-c-d), en cuyo interior se aloja un recipiente del mismo material, (1), el cual se llama Vaso Medidor, porque en él se mide la cantidad de lluvia caída.

La tapa del cilindro está formada por un embudo receptor, (3), terminando en una arista viva, (2), por su parte superior, y en una pequeña abertura por la parte inferior, que descarga en el Vaso Medidor, en la que está colocado el tapón, (4), cuyo objeto es impedir la entrada de cuerpos extraños al interior de dicho vaso. La boca del pluviómetro o sea la

arista viva, (2), está formada por un anillo reforzado de bronce que tiene 226 milímetros de diámetro. El vaso medidor, (1), tiene un diámetro de 71 milímetros y una altura de 20 centímetros. Si se calcula las áreas de las bocas del embudo y del vaso medidor, se ve que esta última es 10 veces menor que la de la primera.

Esto ocasiona que cada milímetro de altura real de precipitación, se amplifique en el vaso medidor alcanzando una altura diez veces mayor, o sea que cada centímetro de altura en el vaso medidor representa un milímetro de altura de precipitación real, pudiéndose por lo tanto, apreciar con facilidad los décimos de milímetro al hacer las lecturas. El empaque del pluviómetro es una caja de madera que a la vez sirve como abrigo al mismo cuando se instala, con objeto de que los rayos solares no lo calienten demasiado y se produzcan en su interior evaporaciones, con la consiguiente pérdida en la altura del agua de la precipitación que interesa medir.

Evaporómetro.- Este aparato sirve para medir la altura en milímetros, del agua que por diversas causas se evapora de su superficie, la que está expuesta completamente a los agentes atmosféricos.

Veleta o Anemoscopio.- Es un aparato que marca la dirección del viento y está formado esencialmente por una barra que en un extremo termina en punta de flecha, en tanto que en el otro lleva incrustada una lámina que hace la cola o timón, formada por dos hojas en ángulo diedro que sirven de estabilizador. Véase la figura No. 2.12.

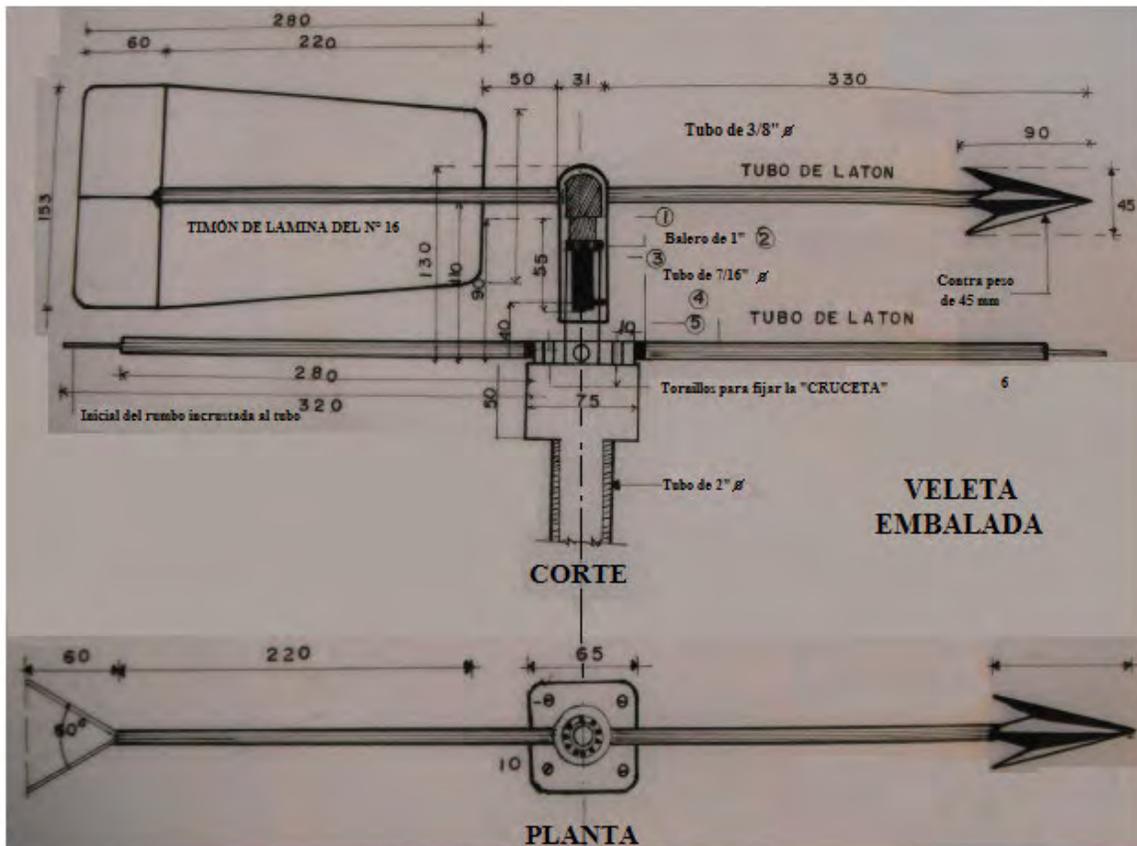


Figura No.2.12

Victor Castillo, "Veleta Embalada", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 09 de Septiembre de 2011).

La barra esta atornillada a un árbol, (1), que puede girar libremente sobre un plano horizontal gracias a un sistema pequeño de embalado, (2). El conjunto flecha-árbol es recibido por un tubo hueco que a la vez que sirve de apoyo, sirve como chumacera, (3).

El conjunto árbol-embalado-chumacera, está protegido por un sombrero o casquillo metálico, (4), que tiene por objeto evitar que penetre polvo y agua a la parte delicada del aparato.

El árbol, en su parte inferior, tiene una pequeña incisión que sirve para que penetre en ella, pero sin tocarla, un pequeño tornillo de seguridad, (5), que mantiene el árbol en su posición dentro de la chumacera. La chumacera forma parte de la cruceta, (6), que es una cruz formada por barras perpendiculares en cuyos extremos se encuentran incrustadas las

iniciales de los cuatro puntos cardinales: N, S, E, W, (Norte, Sur, Este y Oeste). Ver figura No. 2.13.

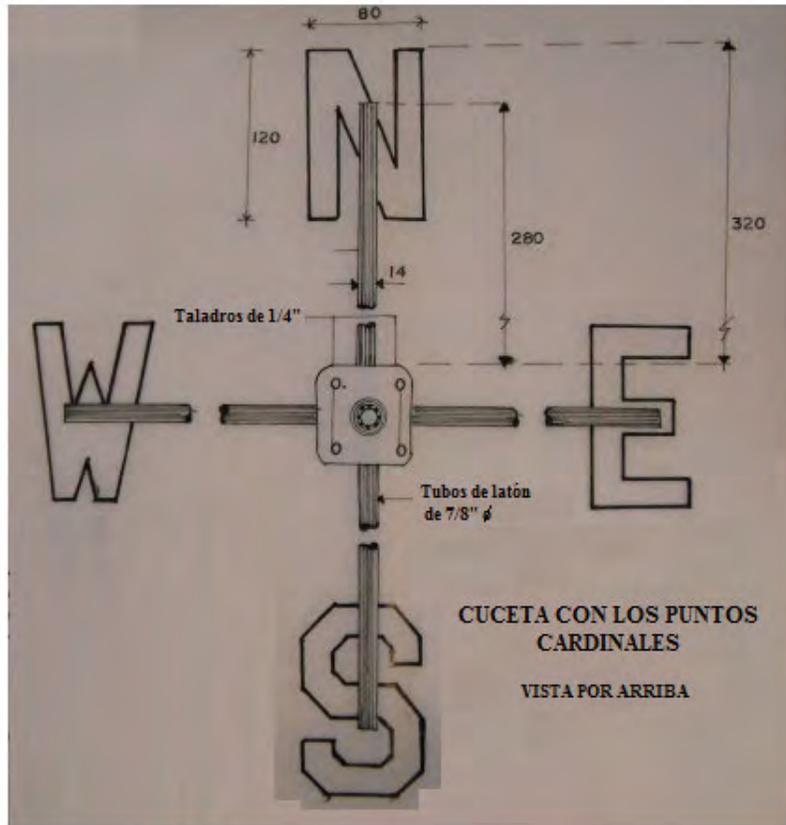


Figura No.2.13

Victor Castillo, "Cruceta con los puntos cardinales", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 09 de Septiembre de 2011).

Todo el conjunto se encuentra fijo a un poste de tubo de fierro que sirve de apoyo al aparato y cuya altura debe ser de unos 4.00 metros sobre el nivel del suelo, como se muestra en la figura No. 2.14.

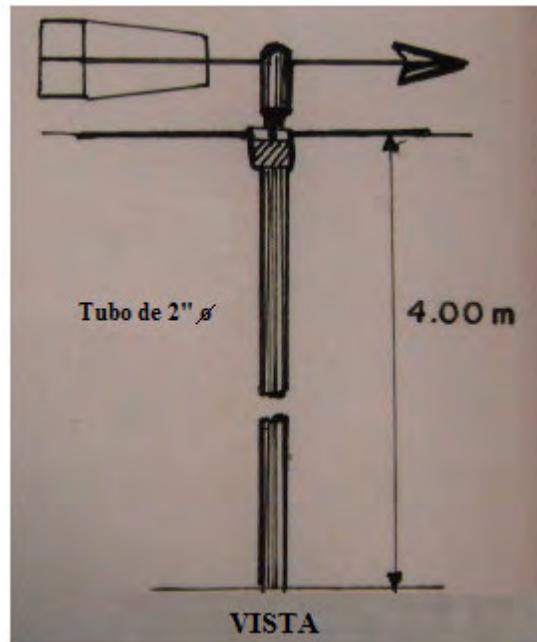


Figura No.2.14

Victor Castillo, "Veleta Embalada", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 09 de Septiembre de 2011).

#### APARATOS DE REGISTRO GRAFICO:

- Termógrafo
- Pluviógrafo
- Evaporógrafo
- Anemógrafo

Los aparatos de registro correspondientes a cada uno de los de observación directa, no serán tratados en el presente trabajo.

Teniendo como base lo anterior y tomando en cuenta los aparatos de que constan, se clasifican las estaciones climatológicas como sigue:

### CLASIFICACION DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS

Estas pueden ser:

1. Pluviométricas (cuando constan únicamente de pluviómetro)
2. Termopluiométricas (cuando constan de termómetro y pluviómetro)
3. Termopluiométricas y de Evaporación (cuando constan de termómetro, pluviómetro y Evaporometro)

La veleta para determinar la dirección del viento puede instalarse indistintamente en cualquiera de las tres clases de estaciones antes mencionadas.

En ningún caso es recomendable hacer la instalación del termómetro únicamente, puesto que son más valiosos los datos de temperatura, lluvia y evaporación que se coordinan, a solo datos aislados de temperatura.

Tampoco se deben instalar evaporómetros aislados, ya que para conocer el valor de la evaporación entre dos observaciones consecutivas, se necesita conocer la altura de precipitación habida durante ese mismo tiempo.

## III. ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA “ARAGÓN”

### INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se tratarán aspectos generales de *ubicación* de la estación, en el entorno de la FES Aragón y la forma de esta, es decir su *diseño*. Lo primero es importante debido a que de todos los lugares posibles para su localización, es necesario hallar aquel que estratégicamente, por una parte, sea representativo de las características climatológicas que prevalecen en la zona de estudio y por otra, permita el buen funcionamiento de la misma. Ahora, respecto al diseño, este debe proporcionar un espacio adecuado para cada instrumento, una forma tal que permite la movilidad del personal y la comodidad para la toma de lecturas.

Otros aspectos que también se desarrollan en este capítulo, son los formatos que sirvan de base para los registros que proporcionen cada instrumento de la estación, así como, una propuesta didáctica para los alumnos.

La finalidad de esta instalación es desde luego la obtención de datos y que estos sean útiles, lo cual incluye que sean claros y representen las condiciones características de la zona.

## UBICACIÓN

La estación climatológica se va a instalar a la intemperie, esto para que no existan obstáculos que impidan la libre circulación del aire en todas direcciones, así como también se evitara los objetos que reflejen calor, que intercepten la lluvia y que desvíen las corrientes del aire.

El lugar donde se va a situar la estación climatológica será en la parte trasera del laboratorio de Hidráulica, tal como se muestra a continuación, en el mapa de la Facultad, figura No.3.1.

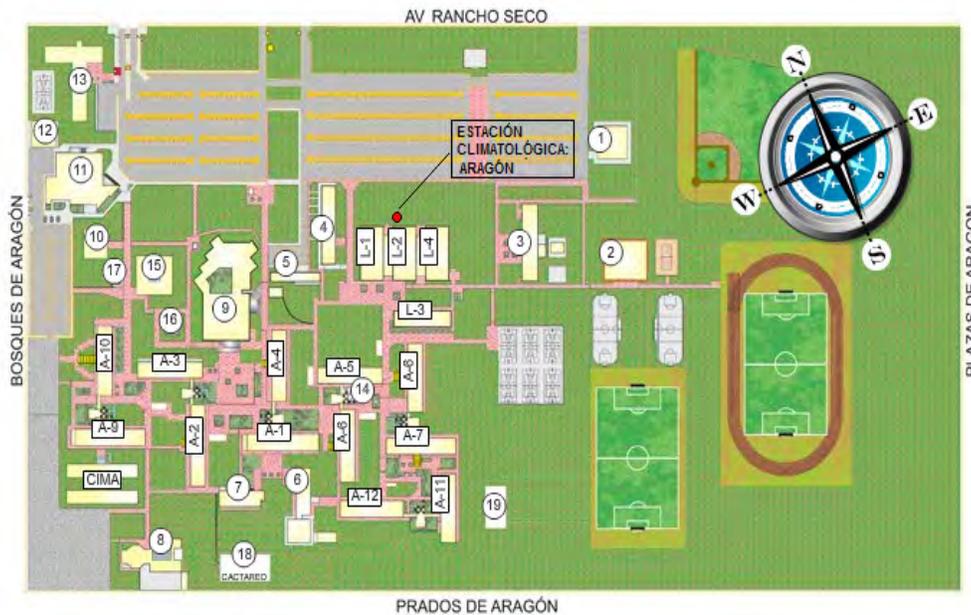


Figura No.3.1

FES Aragón, “Mapa FES Aragón”, ca 2009,  
imagen tomada del sitio: [http://www.aragon.unam.mx/nuestra\\_facultad/mapa\\_fes/mapa.html](http://www.aragon.unam.mx/nuestra_facultad/mapa_fes/mapa.html),  
(fecha de actualización: 13 de Septiembre de 2011).

La tolerancia que se dejará en la proximidad de objetos que llegasen a afectar a la estación será de metro y medio del obstáculo como distancia mínima entre la estación y esté.

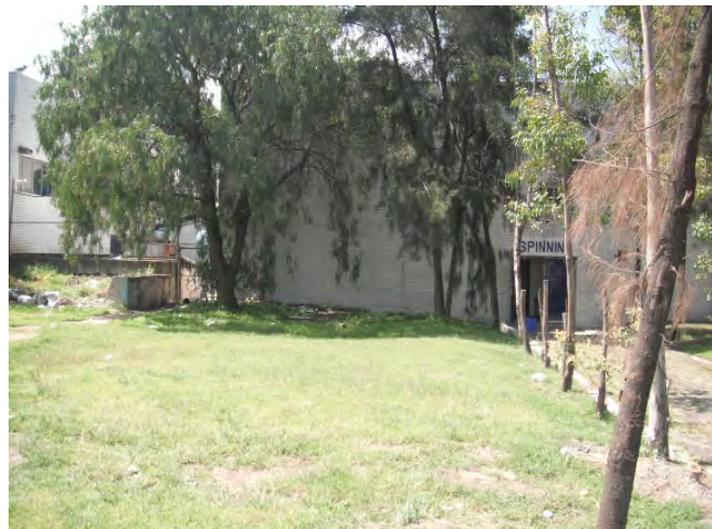
Para evitar la reverberación en el terreno, se va a sembrar césped en el piso de la estación, esto para disminuir las causas, que ajenas a las condiciones naturales de intemperie, afecten constantemente a la estación haciendo que los datos obtenidos no sean buenos.

A continuación se presentan un conjunto de fotografías, figura No.3.3(a, b, c, d y e) en donde se encuentra la ubicación precisa de la estación, como anteriormente se dijo está estará a espaldas del L-2.



a) Panorámica desde el estacionamiento de alumnos donde se observa la zona trasera del edificio de Laboratorios L-2, lugar donde se propone se ubique la estación climatológica.

b) Perspectiva frontal de la zona trasera del edificio de Laboratorios L-2, donde se distingue





c) Acercamiento para apreciar el aspecto del lugar donde quedara la estación.

Figura No.3.3(a, b y c)

Angelica Velazco, "Ubicación de Estación", ca 5 de septiembre de 2011, fotografías tomadas de: la FES Aragón, (fecha de actualización: 13 de Septiembre de 2011).

## DISEÑO DE LA ESTACIÓN

Dentro de la estación climatológica debe haber el espacio suficiente para cada instrumento, de tal forma que permita al personal desplazarse y esté tenga la comodidad para poder tomar las lecturas. Observe una fotografía de la estación que se encuentra en la Facultad de Ingeniería de la UNAM y se me hizo conveniente mostrarla para que se tenga una idea real de cómo va a quedar la estación, figura No. 3.4.



Figura No.3.4

M. en I. Arturo Nava Mastache, "Estación climatológica", 2011, fotografías tomadas de: [http://dictyg.fi-c.unam.mx/html/infraestructura/laboratorios/hidraulica/galeria\\_hidraulica.html](http://dictyg.fi-c.unam.mx/html/infraestructura/laboratorios/hidraulica/galeria_hidraulica.html), (fecha de actualización: 05 de Agosto de 2011).

## DISTRIBUCIÓN DE LOS APARATOS

La colocación que se dará a cada aparato es un detalle al que di atención, a la vez, que las condiciones de instalación no se alteren con la proximidad de unos a otros.

Estudie cuidadosamente las características de instalación, atendiendo a la situación de cada aparato con respecto a los demás, a su orientación en particular y a la conveniencia de que todos los aparatos quedarán instalados en una forma lo más óptimo posible, sin que ninguno entorpezca el funcionamiento y manejo de los demás, finalmente, el resultado al que llegue se puede observar en las figuras No.3.5(a y b) que a continuación se muestran dejando ver claramente las dimensiones, distribución de los aparatos y la orientación de los mismos.

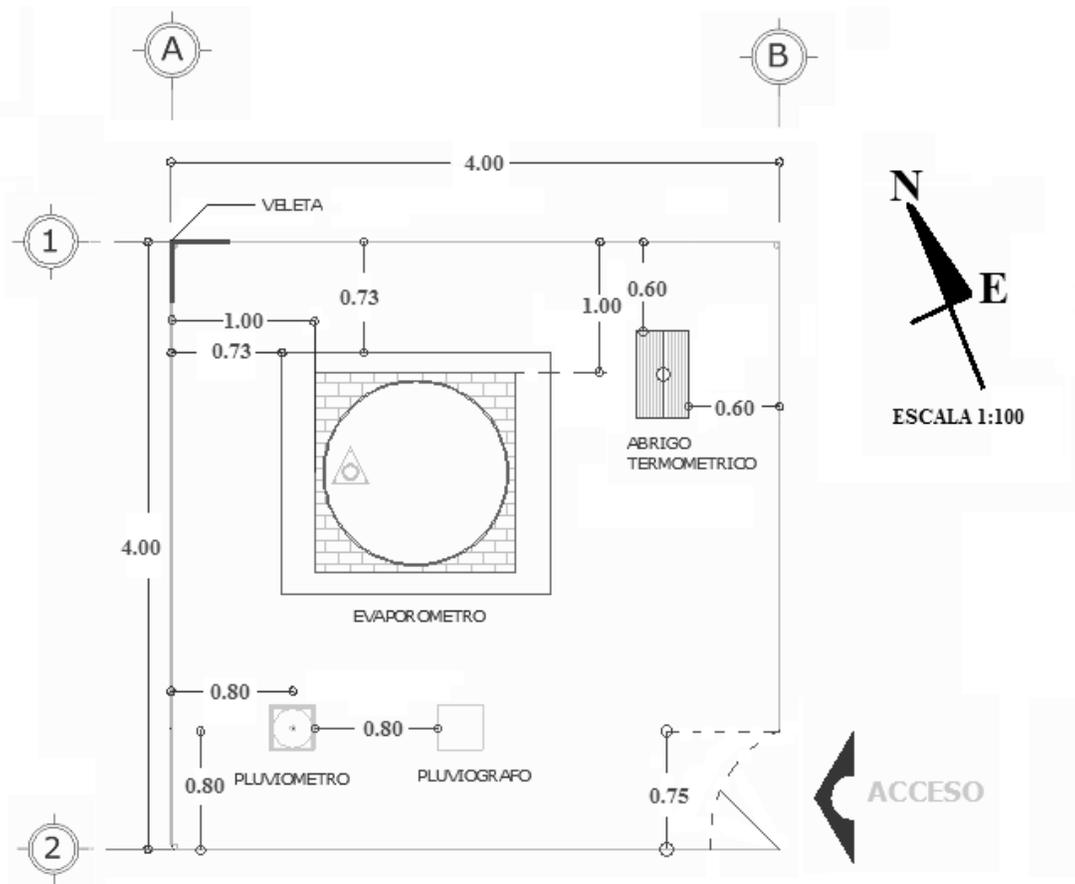


Figura No.3.5 (a).- Planta de la Estación Climatológica con distribución de aparatos.

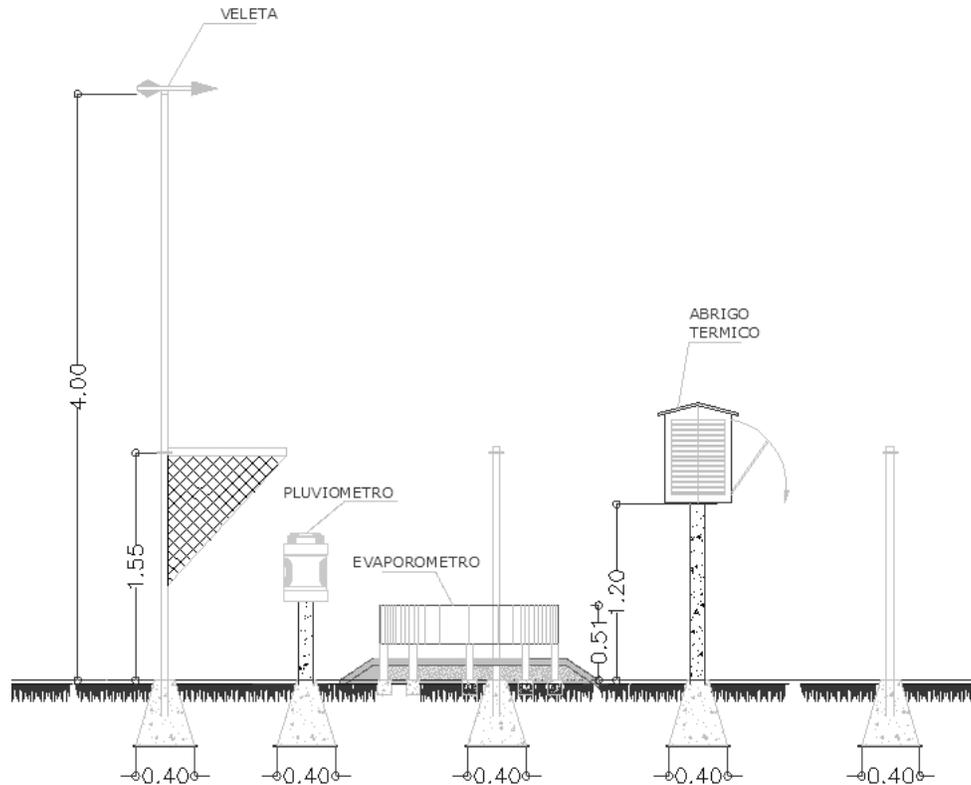


Figura No.3.5 (b).- Alzado de la estación climatológica con distribución de aparatos.

Figura No.3.5 (a y b)

Angélica Velazco, "Distribución de aparatos", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 01 de Septiembre de 2011).

La razón por la que coloque el abrigo termopluviométrico en el lado norte de la estación, es para que en ninguna época del año proyecte sombra sobre el evarómetro.

El abrigo deberá tener su puerta orientada hacia el norte, porque así se evitara, cuando se está operando, que los rayos solares penetren en la caseta y alteren la temperatura del aparato, ya que el termómetro no debe estar expuesto directamente a los rayos solares.

El pluviómetro se va a colocar, del lado sur. La altura sobre el suelo de los aparatos está indicada en las figuras No.3.5 (a y b). Se meterán aparatos de calidad, adecuados y de buena

precisión para esperar de ellos un buen funcionamiento. A continuación se estudian por separado la instalación de cada uno de los instrumentos.

*TERMOMETRO.*- La instalación de este instrumento, por estar destinado a medir la temperatura del aire ambiente, se colocará en un lugar en el que pueda circular el aire libremente en todas direcciones, a la vez que no reciba directamente los rayos solares y tampoco llegue a mojarse o humedecerse. Por estas razones, utilice un abrigo de madera, con paredes de persianas dobles y con techo igualmente doble, en el interior del cual el aire puede circular en todas direcciones. A continuación se da un ejemplo de cómo se vería el abrigo del termómetro, figura No.3.6.



Figura No.3.6

EEA LAS BREÑAS, INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA,  
“Estación”, ca 2002, imagen tomada de: <http://www.inta.gov.ar/lasbrenas/info/galeria/estacion.htm>,  
(fecha de actualización: 01 de Septiembre de 2011).

*PLUVIOMETRO.*- Como para todos los otros aparatos climatológicos, es indispensable que las condiciones de instalación sean las indicadas en lo que se refiere a intemperie y buena construcción, por lo que se procura que no esté colocado cerca de objetos que puedan

interferir, (aumentando o disminuyendo), la cantidad de agua que de otro modo caería dentro de él, en la siguiente imagen se ve un aparato así, figura No.3.7.



Figura No.3.7

Ingeniería y Consultoría Tecnológica en Automatización y Diseño Industrial, “Pluvi”, ca 18 de diciembre de 2007, imagen tomada de: <http://cadiainnotecnologia.blogspot.com/2007/12/diseño-y-desarrollo-de-un-pluviometro.html>, (fecha de actualización: 01 de Junio de 2011).

**EVAPOROMETRO.**- Este quedara instalado de manera optima en lo que respecta, tendrá una buena ubicación, esto para que no impida el buen funcionamiento de los demás aparatos, en la imagen se muestra como se debe de ver el Evaporómetro, figura No.3.8.



Figura No.3.8

Instituto Geográfico Nacional, Centro Nacional de Información Geográfica AGE, “Evaporóme-tro”, ca 2011, imagen tomada de: [http://www.ign.es/espmmap/figuras\\_clima\\_bach/Clima\\_fig\\_01.htm](http://www.ign.es/espmmap/figuras_clima_bach/Clima_fig_01.htm), (fecha de actualización: 06 de Junio de 2011).

**VELETA.**-He adoptado como lugar para hacer la instalación de este aparato la esquina suroeste de la estación, aprovechando el poste de apoyo de la veleta como parte constitutiva del cerco, solo de manera de ejemplo se ve una veleta en otra estación climatológica, figura No.3.9.



Figura No.3.9

A wall-less laboratory for wildland fire sciences and technologies in the euro mediterranean region, “Estación climatológica INRA Ruscas y Xaria central Météo France, Var, France”, ca 2006, imagen tomada de:[http://www.eufirelab.org/specific\\_view.php?unit=8&ID\\_encour=25&type=1](http://www.eufirelab.org/specific_view.php?unit=8&ID_encour=25&type=1),(fecha de actualización: 06 de Junio de 2011).

## FORMATOS DE REGISTRO

Estos formatos son muy importantes ya que en ellos se verán reflejados los resultados que de la estación climatológica, con ellos se llevaran control diario y mensual de cada uno de los aparatos que integra dicha estación, a continuación se dan una serie de registros, uno de los cuales se ocupara de forma general y los posteriores a este se ocuparan individualmente para cada uno de los aparatos.

**FORMATO No.1. GENERAL**

 <span style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</span> 											
<span style="font-weight: bold;">FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES</span> <span style="font-weight: bold;">"ARAGÓN"</span>											
REGISTRO DE OBSERVACIONES DIARIAS EN LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA											
LUGAR: EDO. DE MÉXICO						ESTACIÓN: ARAGÓN					
MES DE:						LATITUD:			LONGITUD:		
DÍA	TEMPERATURA			PREC.	EVAP.	HUMED.	ESTADO DEL TIEMPO				RESUMEN
	BAJO EL ABRIGO (°C)			24 h.	24 h.	RELAT.	CIELO	VIENTO		COND.	
	MÁX.	MÍN.	AMBIENTE.	(mm)	(mm)	(%)	DESIG.	DIREC.	v.m.km/h	TEMP.	
1											TEMPERATURA
2											MÁX. DEL MES:
3											DÍA (S):
4											MÍN. DEL MES:
5											DÍA (S):
6											AMBIENTE DEL MES:
7											DÍA (S):
8											PRECIPITACIÓN
9											TOTAL:
10											MÁX EN 24 h.:
11											EVAPORACIÓN
12											TOTAL:
13											NÚMERO DE DÍAS CON:
14											LLUVIAS DESDE 0.1 mm:
15											INAPRECIABLE:
16											NIEBLA O NEBLINA:
17											TEMPESTAD ELEC. N/D
18											GRANIZO
19											ROCÍO
20											DESPEJADOS:
21											MEDIO NUBLADOS:
22											NUBLADOS:
23											HELADAS
24											FECHAS
25											OTROS DATOS
26											VIENTO DOMINANTE:
27											VISIB. DOM. A LAS 8 h.:
28											RESPONSABLE
29											
30											COLABORADORES
31											
1											
S											
P											
SIGNIFICADO											OBSERVACIONES:
DES	Despejado			CAL	Caluroso		S	Suma			
MN	Medio nublado			TEM	Templado		P	Promedio			
NUB	Nublado			FRE	Fresco		N/D	No se determinó			
				FRI	Frio		INAP	Inapreciable			

## FORMATO No.2. PARA TERMÓMETRO

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES</b> <b>"ARAGÓN"</b> 				
<b>REGISTRO DE OBSERVACIONES DIARIAS EN LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA</b>				
<b>Aparato a observar: TERMÓMETRO</b>				
LUGAR: EDO. DE MÉXICO		ESTACIÓN: ARAGÓN		
ALTITUD:		MES DE:		
DÍA	TEMPERATURA			RESUMEN
	MÁXIMA	MÍNIMA	AMBIENTE	
1				TEMPERATURA
2				
3				MÁX. DEL MES:
4				
5				DÍA (S):
6				
7				
8				
9				MÍN. DEL MES:
10				
11				DÍA (S):
12				
13				
14				
15				AMBIENTE DEL MES:
16				
17				DÍA (S):
18				
19				
20				
21				
22				RESPONSABLE:
23				
24				
25				COLABORADORES:
26				
27				
28				
29				OBSERVACIONES:
30				
31				
1				
S				
P				
<b>SIGNIFICADO</b>				
S	Suma			
P	Promedio			
N/D	No se determinó			
INAP	Inapreciable			

### FORMATO No.3. PARA PLUVIÓMETRO

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</b> <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES</b> <b>"ARAGÓN"</b> 			
<b>REGISTRO DE OBSERVACIONES DIARIAS EN LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA</b>			
<b>Aparato a observar: PLUVIÓMETRO</b>			
LUGAR: EDO. DE MÉXICO		ESTACIÓN: ARAGÓN	
ALTITUD:		MES DE:	
DÍA	ALTURA DE LLUVIA	ALTURA DE PRECIPITACIÓN	RESUMEN
1			
2			PRECIPITACIÓN
3			TOTAL:
4			MÁX EN 24 h.:
5			
6			
7			
8			
9			NÚMERO DE DÍAS CON:
10			LLUVIAS DESDE 0.1 mm:
11			INAPRECIABLE:
12			NIEBLA O NEBLINA:
13			TEMPESTAD ELEC. N/D
14			GRANIZO
15			ROCÍO
16			DESPEJADOS:
17			MEDIO NUBLADOS:
18			NUBLADOS:
19			HELADAS
20			FECHAS
21			
22			
23			RESPONSABLE
24			
25			COLABORADORES
26			
27			
28			
29			OBSERVACIONES:
30			
31			
1			
S			
P			
<b>SIGNIFICADO</b>			
S	Suma		
P	Promedio		
N/D	No se determinó		
INAP	Inapreciable		

### FORMATO No.4. PARA EVAPORÍMETRO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO							
		FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES					
"ARAGÓN"							
REGISTRO DE OBSERVACIONES DIARIAS EN LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA							
Aparato a observar: EVAPORÍMETRO							
LUGAR: EDO. DE MÉXICO			ESTACIÓN: ARAGÓN				
ALTITUD:			MES DE:				
DÍA	EVAPORACIÓN CUANDO NO HA LLOVIDO			EVAPORACIÓN CUANDO HA LLOVIDO			RESUMEN
	Lecturas en mm.	Lecturas en mm. (nuevo nivel)	En 24 hrs. En mm.	Lecturas en mm.	Lecturas en mm. (nuevo nivel)	En 24 hrs. En mm.	
1							
2							EVAPORACIÓN
3							TOTAL:
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							RESPONSABLE
24							
25							COLABORADORES
26							
27							
28							
29							OBSERVACIONES:
30							
31							
1							
S							
P							
SIGNIFICADO							
S	Suma						
P	Promedio						
N/D	No se determinó						
INAP	Inapreciable						

### FORMATO No.5. REGISTRO PARA VELETA

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"					
<b>REGISTRO DE OBSERVACIONES DIARIAS EN LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA</b>							
Aparato a observar: VELETA							
LUGAR: EDO. DE MÉXICO							
ALTITUD:							
DÍA	ESTADO DEL TIEMPO					RESUMEN	
	CIELO DESIG.	VIENTO		COND.			
		DIREC.	v.m.km/h	TEMP.		VIENTO DOMINANTE: VISIB. DOM. A LAS 8 h.:  OBSERVACIONES:	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
1							
S							
P							
<b>SIGNIFICADO</b>						<b>RESPONSABLE</b>	
DES	Despejado	CAL	Caluroso	LLUV	Lluvioso	<b>COLABORADORES</b>	
MN	Medio nublado	TEM	Templado	VEN	Ventoso		
NUB	Nublado	FRE	Fresco	BOCH	Bochomoso		
CND	Con nubes dispersas	FRI	Frio	NIV	Nivoso		
		NEB	Neblinoso	CAL	Caliginoso		



## PROPUESTA DIDÁCTICA

Para que el alumno pueda realizar las prácticas en la estación, es necesario que tengan de soporte propuestas didácticas, a continuación presento en específico una basada en la evaporación utilizando el evaporímetro, cabe señalar que posteriormente el profesor podrá realizar cambios a la misma, según las necesidades que con lleve su curso.

Las prácticas en general deberán contener lo siguiente:

- Tema
- Objetivo: Dentro de este punto se citarán los problemas y el resultado al que se aspira llegar con la realización de éstas.
- Introducción: Se investigará y se expondrá lo principal sobre el tema de las prácticas realizadas.
- Material y Equipo: Aquí se pondrá los materiales y los equipos que se utilizarán, especificando cada uno de ellos.
- Desarrollo: Se indicará en forma cronológica el procedimiento.
- Memoria de cálculo: El estudiante tomara todas las lecturas necesarias para la realización del informe, esto para que exponga un cálculo tipo de los resultados.
- Cuestionario para conclusiones.
- Conclusiones: Se indicarán los resultados obtenidos y las sugerencias o recomendaciones que el alumno crea convenientes.
- Bibliografía: Se debe citar toda fuente de información a la que se haya recurrido.

A continuación presento mi propuesta que como ya se menciono trata el tema de la evaporación, esto para poder utilizar el evaporímetro.

## PRÁCTICA NO. 4

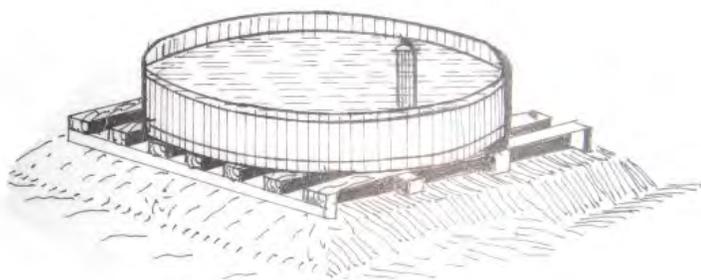
### Estimación y Método de la Evaporación utilizando el Tanque Evaporímetro

#### 4.1. Objetivo:

El alumno reforzara la enseñanza teórica que se da en Hidrología propiciando el contacto directo con el fenómeno citado, así como también conocer el método del tanque evaporímetro, esto con el fin de elevar el nivel académico y que se empiece a tener contacto con las cuestiones prácticas de la Ingeniería Hidráulica.

#### 4.2. Introducción:

Para estimar la evaporación se necesita basar de datos tomados a través del tanque evaporímetro, de los cuales el más utilizado es el llamado clase A. El mismo que tiene una forma circular de 122 cm de diámetro y 25 cm de profundidad. Por lo general es de fierro galvanizado y se sitúa sobre una plataforma de madera o bien sobre un pequeño montículo de tierra, esté va a quedar con la superficie en posición horizontal y se recomienda la siembra de pasto en sus taludes. La parrilla se coloca sobre el montículo y se recomienda que antes de instalarla se le proteja con alquitrán o chapopote. A fin de que quede en posición horizontal, se debe nivelar usando para ello un nivel de albañil.



TANQUE EVAPORÍMETRO

Victor Castillo, “Evaporímetro”  
ca 12 de Enero de 1996, imagen  
tomada del manual  
del proyecto: Estación Climatológica,  
(fecha de actualización: 12 de Julio de  
2011).

Se renueva regularmente el agua para eliminar la turbidez. Los evaporímetros deben ser instalados a campo abierto.

Los cilindros galvanizados deben ser pintados todos los años, esto para alargar su calidad de efectividad.

### MÉTODO DEL TANQUE EVAPORÍMETRO

El método del tanque evaporímetro ha sido utilizado extensivamente en las áreas de riego, cuando no se tiene suficiente información climática. Este método debe utilizarse sólo cuando esté calibrado apropiadamente.

En este tanque el nivel del agua se mantiene 6 a 8 cm debajo del borde. Los cultivos que se encuentran alrededor del tanque evaporímetro no deben ser más altos de 1 m. La ET del cultivo de referencia se calcula con la siguiente ecuación:

$$ET_o = K_p * E_p$$

Donde:

$ET_o$  = evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

$K_p$  = coeficiente del tanque evaporímetro que depende de la humedad relativa mínima, de la velocidad promedio del viento en 24 horas y del tipo de cobertura que se encuentra alrededor del tanque.

$E_p$  = evaporación medida en el tanque evaporímetro (mm/día).

Para calcular los valores de  $K_p$  Doorenbos y Pruitt realizaron una tabla que se muestra anexa, de la misma manera Allen y Pruitt (1991) propusieron dos fórmulas para calcular los valores de la tabla en cuestión:

La primera se utiliza cuando el tanque está rodeado de pasto y es:

$$K_p = 0.108 - 0.000331 U_2 + 0.0422 \ln(\text{entorno}) + 0.1434 \ln(\text{HRprom}) - 0.000631 [(\ln(\text{entorno}))^2 \ln(\text{HRprom})]$$

$$K_p = 0.108 - 0.000331 U_2 + 0.0422 \ln(\text{entorno}) + 0.1434 \ln(\text{HRprom}) - 0.000631 [(\ln(\text{entorno}))^2 \ln(\text{HRprom})]$$

Donde:

Entorno = distancia desde el tanque evaporímetro hasta el área de cultivo

$$HR_{prom} = \text{humedad relativa promedio } HR_{prom} = \frac{HR_{min} - HR_{max}}{2}$$

$u_2$  = velocidad diaria promedio del viento a 2 m de altura (km/día).

La segunda fórmula se utiliza cuando el tanque evaporímetro está rodeado de suelo desnudo y es:

$$K_p = 0.61 + 0.00341 HR_{prom} - 0.00000187 u_2 HR_{prom} - 0.000000111 u_2(\text{entorno}) + 0.0000378 u_2(\ln(\text{entorno})) - 0.0000332 u_2 \ln(u_2) - 0.0106 \ln(u_2) \ln(\text{entorno}) + 0.00063 [\ln(\text{entorno})]^2 \ln(u_2)$$

#### 4.3. Material y Equipo:

- Tanque evaporímetro
- Agua
- Formato de registro

#### 4.4. Desarrollo:

1. Familiarizarse con los instrumentos del tanque evaporímetro.
2. Colocar agua en el tanque; la altura del agua no debe sobrepasar los 5 cm del borde superior de esté y no bajar a más de 7.5 cm con respecto a su borde.
3. Mediante el micrómetro situado en el interior, realizar las lecturas de la altura del agua evaporada (mm), así como también anotar los datos que se requieren para realizar el cálculo de la evaporación, en el formato de registro destinado para este aparato.
4. Realizar las lecturas todos los días a una misma hora, de preferencia por la mañana, durante un mes.

- Una vez obtenidas las lecturas se conocerá el total de agua evaporada, eso junto con los demás datos arrojados se podrá hacer el cálculo mencionado anteriormente.

**4.5. Memoria de Cálculo:**

Calcular la ET del cultivo de referencia para el mes de mayo en el Estado de México, dada la siguiente información:

Latitud: 19° 28' N  
 Altitud: 2239 msnm

Datos climáticos para el Estado de México.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES		"ARAGÓN"				
REGISTRO DE OBSERVACIONES DIARIAS EN LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA								
LUGAR: EDO. DE MÉXICO								
MES DE:				LONGITUD:				
MES	TEMPERATURA		PREC.	EVAP.	HUMED.	VIENTO	HORAS	OBSERVACIONES:
	MÁX. °C	MÍN. °C	(mm)	(mm)	(%)	m/s	hr.	
ENERO	3.4	22.6	5.5	105.5	50.4	0.6	7.6	
FEBRERO	5.3	23.6	11.2	135.2	54.7	2.6	8.4	
MARZO	9.3	28.8	0	221.9	39.1	8.1	7.1	
ABRIL	10.4	30.2	0	272.3	42	8.6	8.9	
MAYO	20	34.6	24.9	312.7	52.4	6.6	9	
JUNIO	18.7	32.3	87.6	227.4	61.5	7.5	8	
JULIO	18.1	32.8	11.2	209	60.1	5.9	9.5	
AGOSTO	12.7	27.6	7.1	151.3	60.9	5.3	7.5	
SEPTIEMBRE	4.2	21.2	11	102.3	63.3	5.3	8	
OCTUBRE	5.1	32.4	1.1	88.9	63	5.2	6.8	
NOVIEMBRE	4.2	17.9	61.2	69.6	72.3	3.8	5.7	
DICIEMBRE	7.9	23.3	1.1	133.6	55.3	6.4	7.3	
S	119.3	327.3	221.9	2029.7	675	65.9	93.8	
RESPONSABLE								
COLABORADORES								
SIGNIFICADO								
S	Suma							

Solución:

Evaporación de mayo (Evap.) = 312.7 mm

Velocidad del viento de mayo = 6.6 m/s

HR promedio de mayo = 52.4%

Entorno = tanque rodeado con un radio de 1000 m de áreas verdes

Cálculo:

Evaporación del tanque = 312.7 mm/31 días = 10.08 mm/día

Velocidad del viento ( $u_2$ ) = 6.6 m/s = 570.24 km/día

HRprom = 52.4 %

$K_p$  = 0.75 (interpolando en el cuadro)

Utilizando la fórmula:

$$K_p = 0.108 - 0.000331 (570.24) + 0.0422 \ln(1000) + 0.1434 \ln(52.4) - 0.000631 [(\ln(1000))]^2 \ln(52.4)$$

$$K_p = 0.66$$

La evapotranspiración para el cultivo de referencia (ET<sub>o</sub>) se calcula:

$$ET_o = K_p (\text{Evap.}) = 0.66 * 10.08 \text{ mm/día} = 6.7 \text{ mm/día}$$

#### **4.6. Cuestionario para Conclusiones:**

- 1) ¿Cuál fue el total de agua evaporada durante el mes en estudio?
- 2) Anote dos aplicaciones prácticas en las que usted utilizaría los registros de evaporación.
- 3) Para los proyectos de ingeniería, ¿por qué es útil tener este tipo de información?

**4.7. Conclusiones:**

Estas estarán sujetas a criterio del alumno ya que teniendo los resultados obtenidos, este podrá dar sugerencias o recomendaciones que crea convenientes.

**4.8. Bibliografía de práctica:**

- Aparicio Mijares, Francisco Javier (2001), *“Fundamentos de Hidrología de Superficie”*, Ed. Limusa México.
- Briones Sánchez, Gregorio (1997), *“Aforo del Agua en Canales y Tuberías”*, Ed. Trillas. México.
- Custodio, Emilio y Llamas, Ramón (2001) *“Hidrología subterránea”*, Ed. Omega, España.
- Monsalve Sáenz, Germán (1999) *“Hidrología en la ingeniería”*, Ed. Alfaomega, Colombia.
- Ven Te, Chow (1994), *“Hidrología aplicada”*, Ed. Mc Graw Hill.

## IV.PROYECTO EJECUTIVO

### INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se dará la solución constructiva del diseño de la estación, representada en forma gráfica y bidimensional. Estos consistirán en un conjunto de planos detallados y la especificación de los materiales y técnicas constructivas para su ejecución.

### TRABAJOS PRELIMINARES

Primeramente se deberán hacer estos trabajos ya que se necesita tener libre el terreno para poder llevar a cabo el proyecto; inicialmente se hará el trazo y nivelación del área por construir con hilo, cinta y después la limpieza y desenraice del terreno en forma manual y/o equipo.

### CIMENTACIÓN

Concreto 1:2:4. Se ha dado preferencia, el tubo de fierro galvanizado sobre otros materiales debido a sus cualidades de duración, ligereza para el transporte, resistencia, buen aspecto y recuperación, en caso de que por alguna circunstancia hubiera necesidad de desmantelar o cambiar de lugar la estación climatológica.

Una vez que se hayan terminado todas las instalaciones y protegido debidamente con pintura de aceite de color blanco, deberá sembrarse césped (pasto), en el suelo de la estación para evitar la reverberación propia del terreno natural.

En este proyecto propongo DADOS DE CONCRETO (concreto hecho en obra  $f'c = 250$  Kg/cm<sup>2</sup>), ya que estos se me hacen más económicos y fácil de colocar.

El relleno será con el mismo material producto de excavación compactado al 90° proctor Standard en capas no mayores de 20 cms., con equipo, bailarina, incorporación del agua necesaria.

## CERCO DE PROTECCION

El cerco de protección de una estación climatológica será indispensable para garantizar la buena conservación de ella, ya que por encontrarse a la intemperie, sufre a veces deterioro a causa de personas y animales. Como se muestra en la figura No.4.1, el tamaño deber ser de 4 x 4 metros, con una puerta de acceso de 0.75 metros de ancho en la esquina Noreste y el poste de instalación de la veleta en la esquina Suroeste:

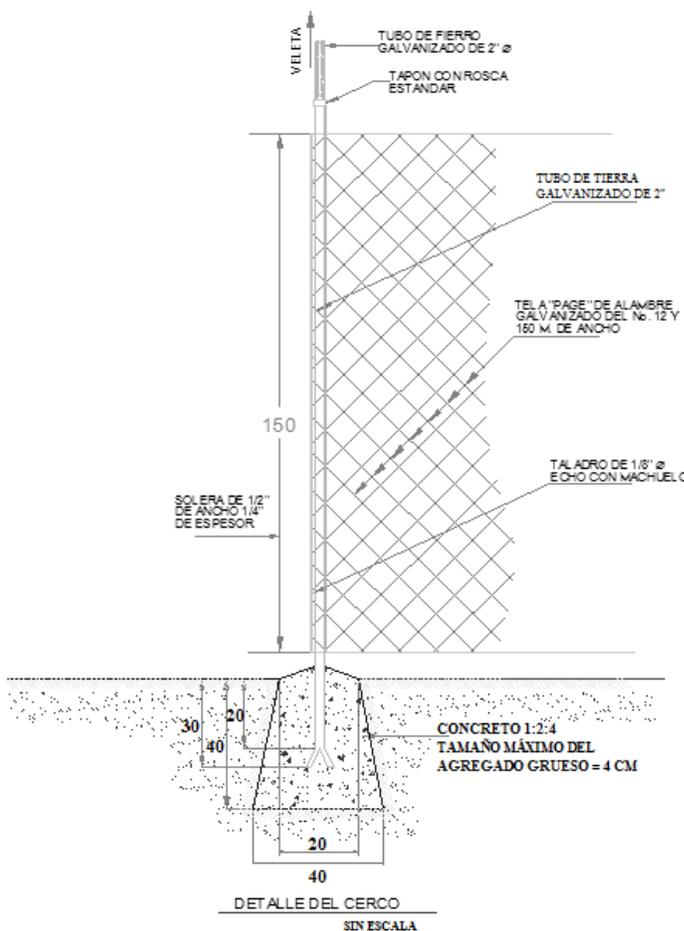


Figura No.4.1

Victor Castillo, "Cerco de protección"  
ca 12 de Enero de 1996, imagen  
tomada del manual  
del proyecto: Estación Climatológica,  
(fecha de actualización: 12 de Agosto  
de 2011).

## DETALLES DE PUERTA

Estos detalles son muy importantes porque la puerta será indispensable para que los alumnos, profesores, etc., puedan tener acceso a la estación, a continuación en la imagen, figura No.4.2., se muestran estos.

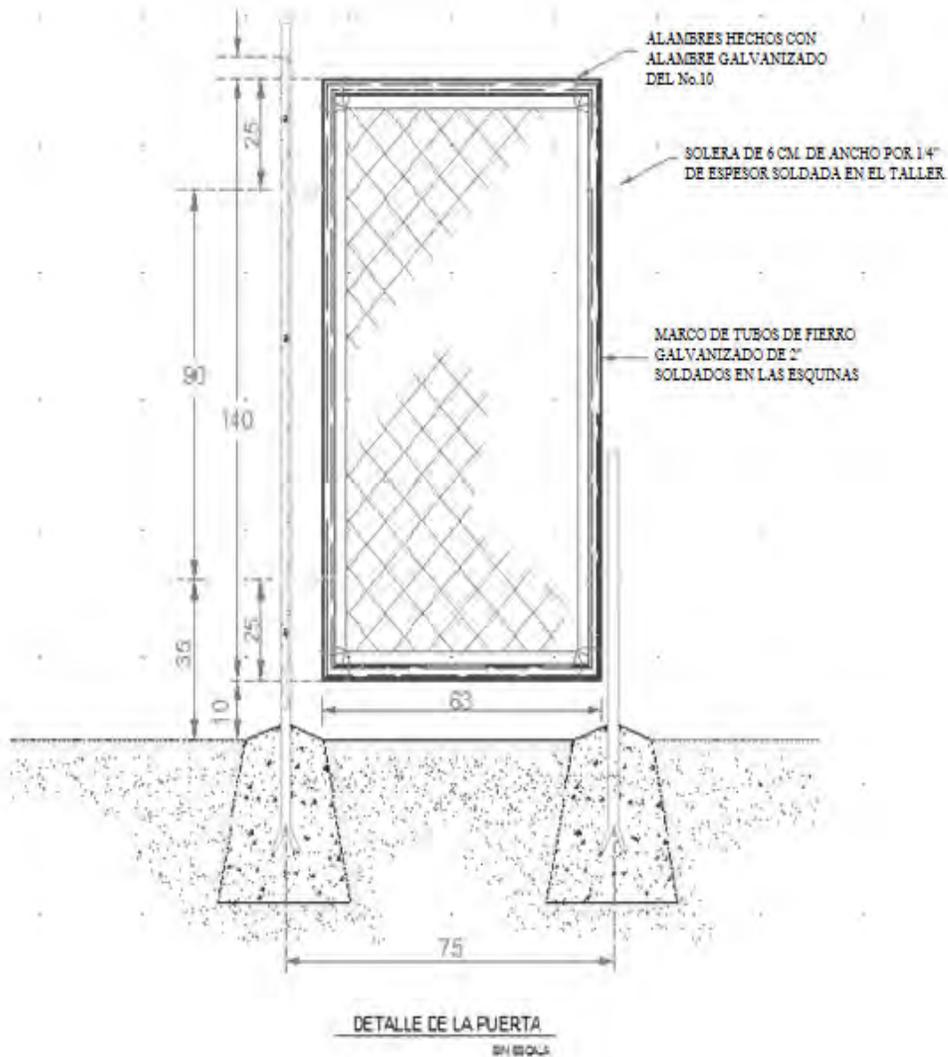


Figura No.4.2

Victor Castillo, "Detalles de la puerta"  
ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual  
del proyecto: Estación Climatológica,  
(fecha de actualización: 12 de Agosto de 2011).

## ALAMBRADO

Postes de tubo de fierro de 2 pulgadas de diámetro, incluyendo el que sostiene la veleta, y rellenos con lechada de cemento y arena. Tela de alambre “Page” del No.12 galvanizado.

## CONSTRUCCIÓN DE ABRIGO PARA EL TERMÓMETRO

El techo del abrigo va a estar cubierto por una lámina de cartón ruberoide, con objeto de impedir la entrada del agua de la lluvia al interior del mismo.

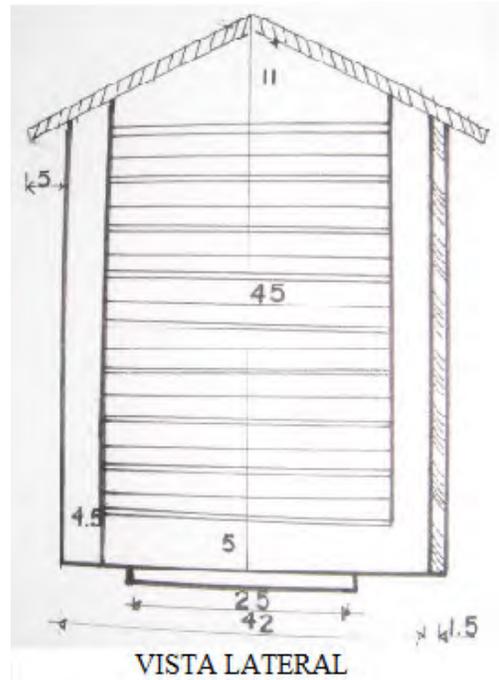
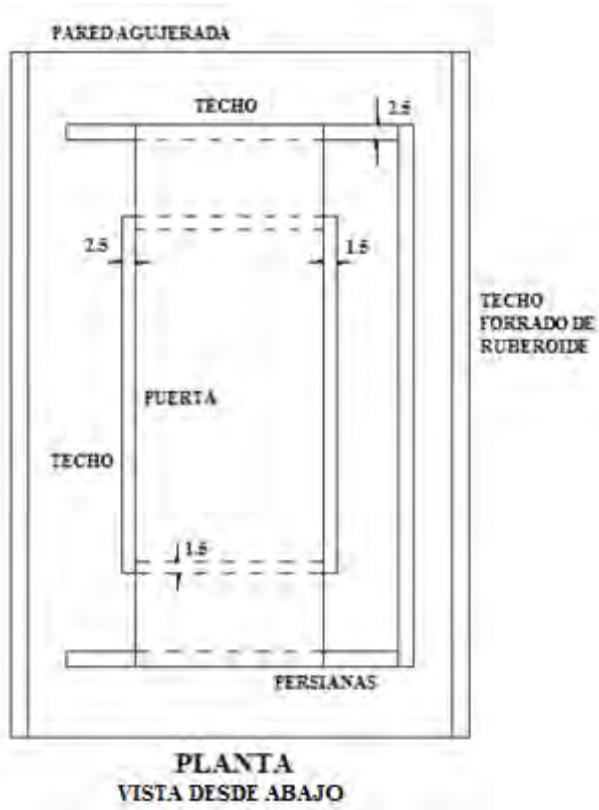
El abrigo se va a construir con madera sana de primera, seleccionada, con objeto de que tenga medidas y características particulares, estas están señaladas con todo detalle en la figura No.4.3.



**PERSPECTIVA  
PARED AGUJERADA**



**VISTA POSTERIOR**



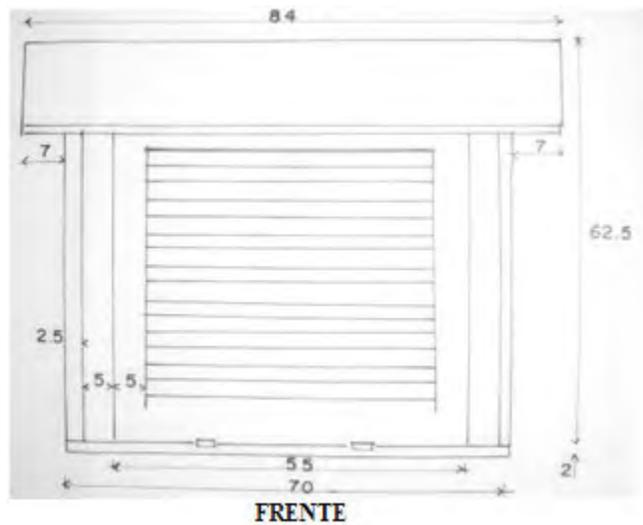
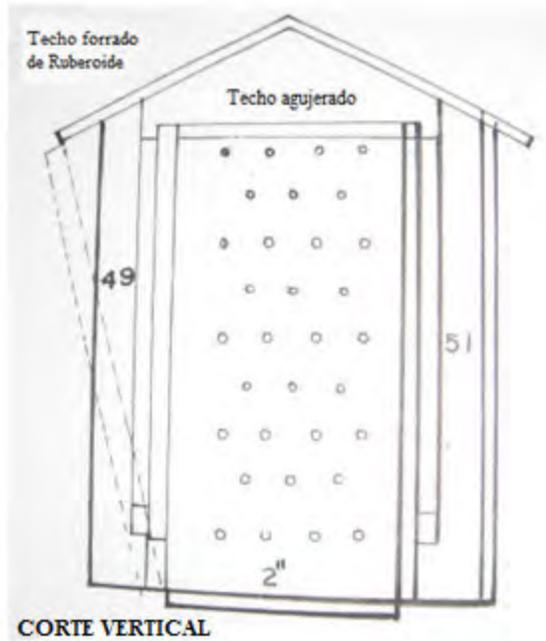


Figura No.4.3

Victor Castillo, "Abrigo de termómetro", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 12 de Agosto de 2011).

La instalación del abrigo se va a hacer sobre su apoyo, formado por un poste de fierro como se muestra en la figura No.4.4, con 1.20 m de altura sobre el piso, a efecto que el termómetro que se colocara en el centro del espacio cubierto, quede a una altura aproximada de 1.50 m sobre el nivel del piso.

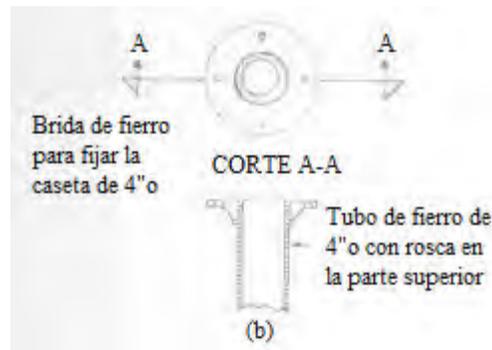


Figura No.4.4

Victor Castillo, "Apoyo de abrigo", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 12 de Agosto de 2011).

El tipo de apoyo se eligió tomando en cuenta las posibilidades de obtención de cada material, su costo y su facilidad de manejo, transporte e instalación. Es por eso que se utilizó tubo de fierro de cuatro pulgadas de diámetro, ya que además de ser muy resistente y rígido es de fácil manejo y además, si durante el transporte sufre golpes, no experimentará desperfectos.

Como el apoyo es de fierro, se va a ahogar este en una pequeña base de concreto.

Una vez hecha la instalación del apoyo, se procedió a colocar y fijar sobre él la caseta termométrica, lo que se hizo mediante el uso de tornillos de tuerca y rondana.

Se van a pintar los soportes, cuando se termine el trabajo de instalación, dando primero una mano de pintura anticorrosiva a todas las partes metálicas, y después otra de color blanco con pintura de aceite de buena calidad.

El termómetro va a quedar instalado en el centro del espacio abierto por el abrigo, y formando un ángulo de 30° aproximadamente con la horizontal, colocándose el extremo en

que están los bulbos más altos que el otro, en la forma en que se muestra en la figura No.4.5.



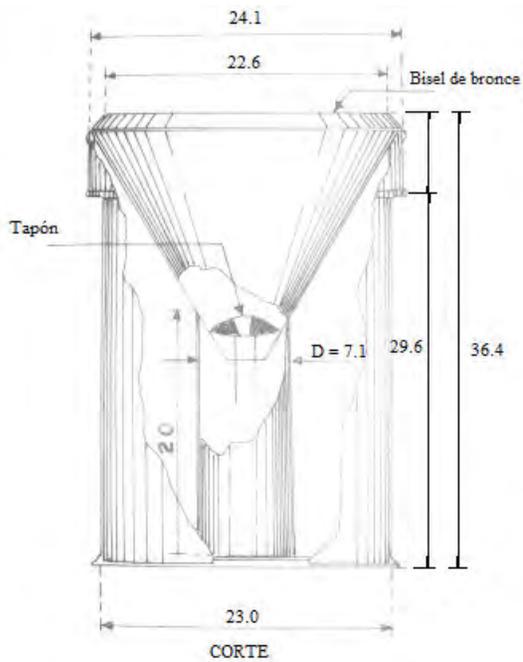
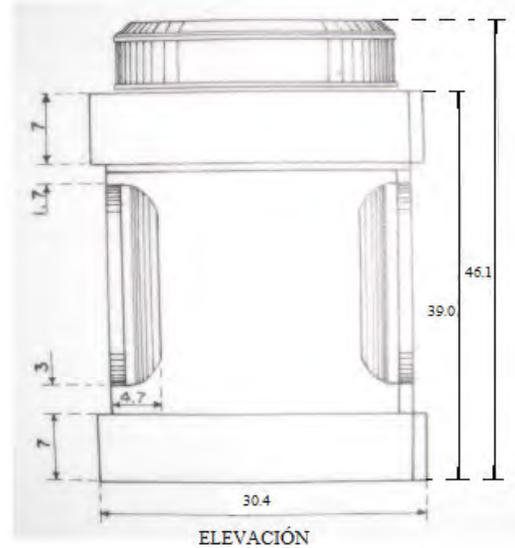
Figura No.4.5

Victor Castillo, "Detalle de instalación", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 12 de Agosto de 2011).

De la manera como se muestra en la figura No.2.11 del capítulo II, se va a marcar sobre el travesaño que se va a utilizar para fijar el aparato, la posición que va a tener este, y después se van a atornillar los soportes (9), sin el aparato, el cual se puede separar quitando las tuercas de seguridad, (8). Luego se va a fijar el travesaño, (todavía sin el aparato), en la posición conveniente dentro del abrigo, y por último, se va a colocar en sus soportes el termómetro volviendo a poner en su lugar las tuercas (8), para asegurar su posición.

## APOYO DEL PLUVIÓMETRO

A continuación se dan medidas y características particulares del empaque del pluviómetro, así como el apoyo que llevara, estas están señaladas con todo detalle en la figura No.4.6.



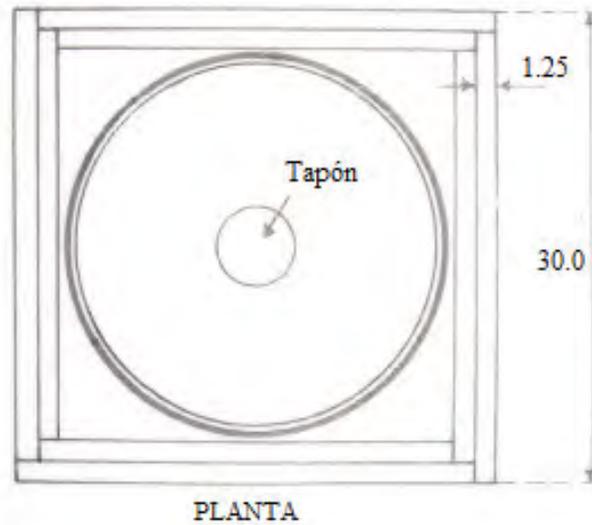


Figura No.4.6

Victor Castillo, “Características del pluviómetro”, ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 12 de Agosto de 2011).

En la instalación, se procurara que el pluviómetro quede perfectamente firme, con la boca del mismo en posición horizontal. El apoyo del pluviómetro lo mismo que el de la caseta termométrica, será un poste de fierro tal como se muestra en la figura No.4.7.

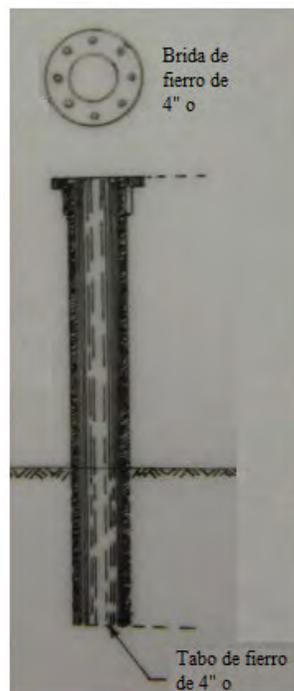


Figura No.4.7

Victor Castillo, “Apoyo del pluviómetro”, ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 12 de Agosto de 2011).

El apoyo se hizo en la misma forma que se explico al tratar lo relativo a la instalación de los termómetros; lo único que cambio fue la altura, que en el caso del pluviómetro fue tal que la boca del mismo de 1.00 m sobre el nivel del terreno. Después se fijo sobre el apoyo el empaque vacio utilizando tornillos con tuerca y rondana.

Una vez fijo el empaque, y teniendo la rigidez necesaria para que no vibre, se acoplan las piezas A y B en cruz, como se muestra en la figura No.4.8, colocándolos en el fondo del empaque, a fin de dar apoyo al pluviómetro y hacer que la boca del mismo sobresalga un poco con objeto de que la entrada de agua este perfectamente libre.

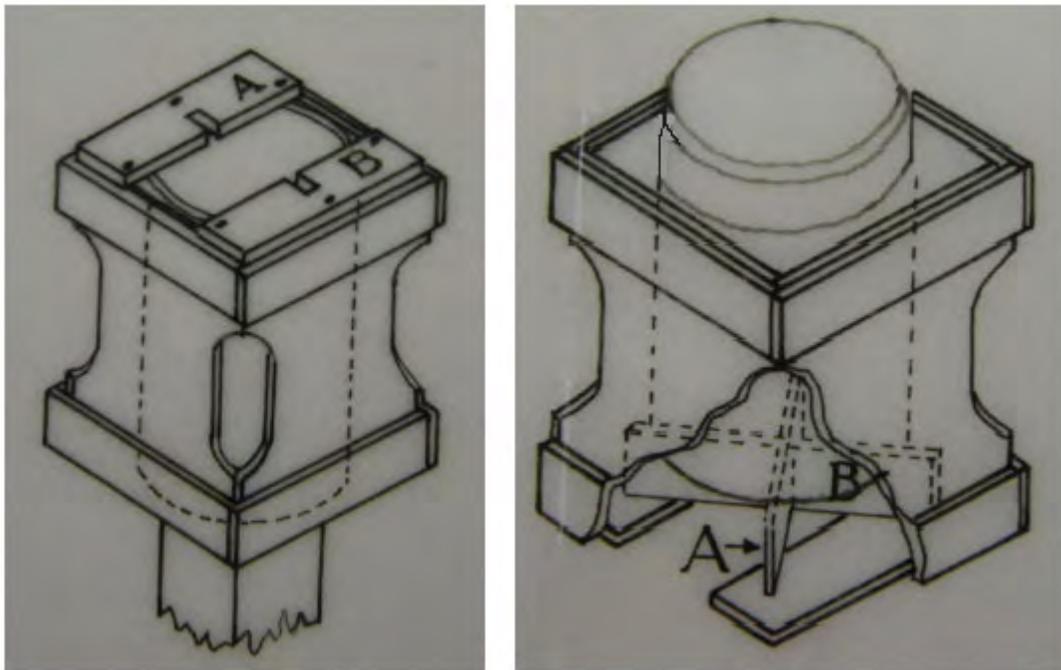


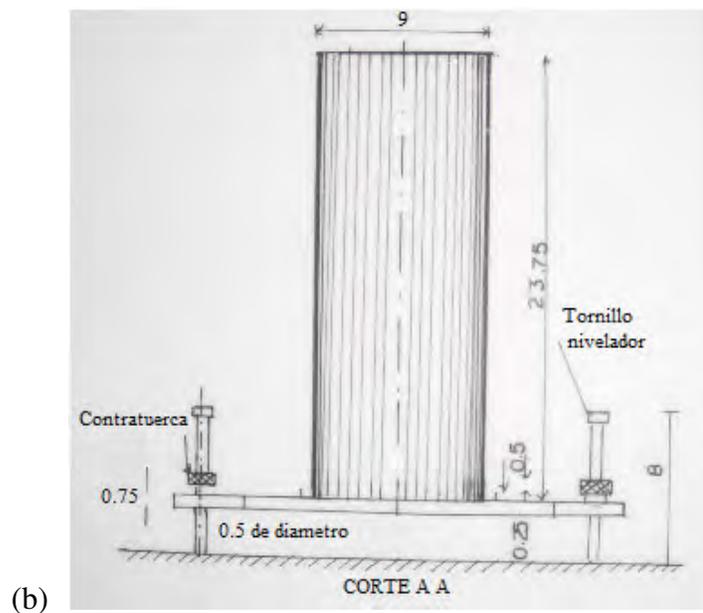
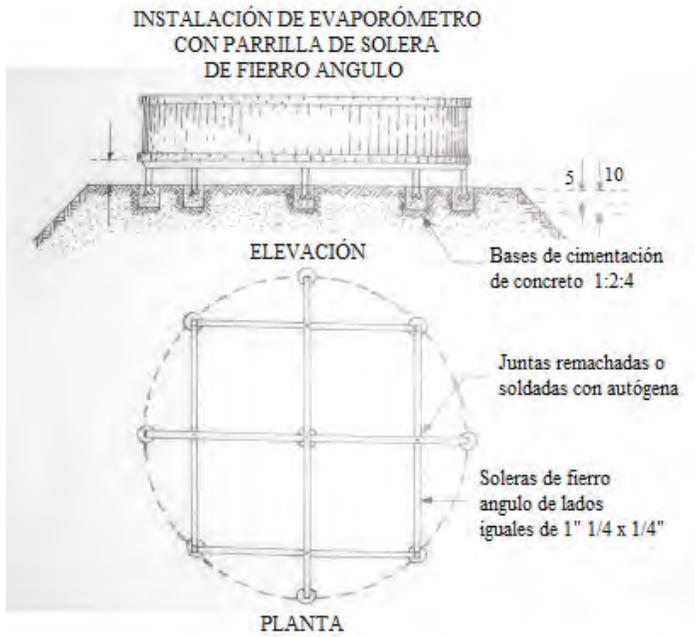
Figura No.4.8

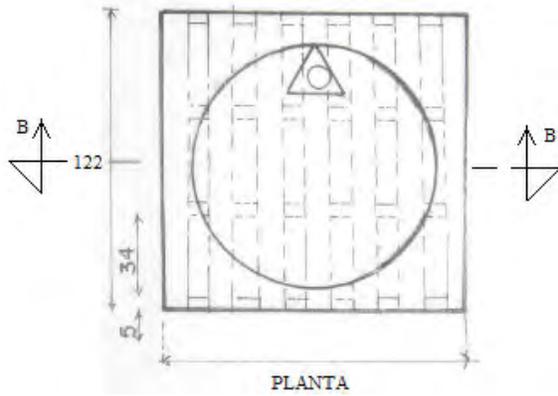
Victor Castillo, "Acople de piezas", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 12 de Agosto de 2011).

La pintura se dará una vez terminadas las instalaciones.

## CONSTRUCCIÓN DE PARRILLA PARA EVAPORÓMETRO

El Evaporometro se va a colocar en una parrilla que será construida como lo muestran las siguientes imágenes, figura No.4.9 (a, b, c, d, e, f y g).

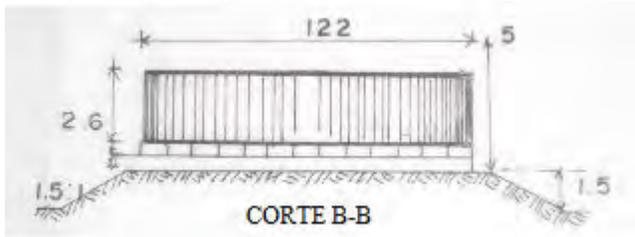




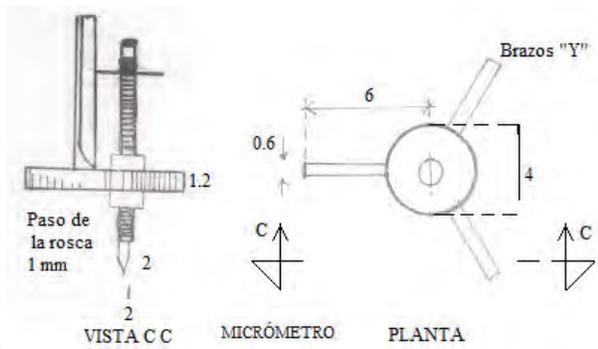
(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

Figura No.4.9 (a, b, c, d, e, f y g)

Victor Castillo, "Evaporómetro y parrilla para su instalación"  
ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual  
del proyecto: Estación Climatológica,  
(fecha de actualización: 12 de Agosto de 2011).

En el lugar en que quedara el Evaporómetro, se forma un pequeño montículo de tierra apisonada, con las dimensiones que se expresan en la figura No.4.9.e. El montículo va a quedar con la superficie en posición horizontal y se recomienda la siembra de pasto en sus taludes. La parrilla se coloca sobre el montículo y se recomienda que antes de instalarla se le proteja con alquitrán o chapopote. A fin de que quede en posición horizontal, se debe nivelar usando para ello un nivel de albañil.

El cilindro de reposo, figura. No.4.9.d, es un cilindro de bronce apoyado sobre tres puntas, de las cuales dos cuando menos están provistas de tornillos que permiten nivelarlo, y debe colocarse en el tanque en un lugar accesible al operador, cerca del borde del mismo, para facilitar las observaciones y poder efectuar éstas con toda precisión, visto desde otra perspectiva se puede ver la figura No.2.7 del capítulo II.

Para instalar debidamente el cilindro, es necesario hacer uso de un nivel de albañil que se coloca sobre la boca del aparato en dos direcciones perpendiculares entre sí. Moviendo los tornillos niveladores hasta lograr que el nivel colocado en cualquier dirección, indique que ha quedado horizontal. Una vez que así sea, se aprieta las contratueras con objeto de fijar la posición de los tornillos y se verifica nuevamente lo horizontal de la boca, reajustándola si es necesario. Las anteriores operaciones deben hacerse una vez que tenga

agua el tanque, pues si se hace en seco, al ponerle agua este puede desplazar con algún movimiento la posición del cilindro, a la vez que por el mismo paso del agua se puede alterar, aunque sea poco, la posición del fondo y esto se traduciría en desplazamientos del cilindro de reposo con la consiguiente pérdida de horizontalidad de su boca. Cada vez que haya necesidad de cambiar, agregar o quitar agua al tanque, es preciso rectificar la posición del cilindro de reposo, como si se estuviera instalando, a fin que la boca del mismo quede perfectamente horizontal. Se utilizara una parrilla de solera de fierro ángulo de  $1\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$  pulgadas, como bien se muestra en la figura No.4.9.a Su instalación se puede hacer fijando los soportes en pequeñas bases de concreto, y cubriendo las partes metálicas con pintura anticorrosiva de buena calidad, una vez hecha la instalación.

## POSTE DE APOYO PARA VELETA

Las características de construcción que debe tener la veleta, se exponen en las figuras Nos.2.12, 2.13 y 2.14 del capítulo II y el modo como debe ser instalada se da a continuación. Como poste de apoyo, será conveniente emplear un tubo de fierro de 2" de diámetro y de unos 4.00 m de longitud relleno con lechada fina de cemento y arena, en uno de los extremos del cual deberá fijarse la veleta antes de empotrar el otro extremo en la base de cimentación. Una vez que se haya fijado el aparato a su apoyo, para lo que se puede usar una brida y tornillos con tuerca, se coloca en su sitio en posición vertical con ayuda de una plomada, y se le forma una base o cimientito que se recomienda se haga de concreto simple, de las dimensiones necesarias para que, de acuerdo con el terreno, se mantenga firme. Las partes de fierro se deben proteger con una capa de pintura anticorrosiva lo cual puede hacerse antes de efectuar la instalación, con objeto de facilitar la maniobra.

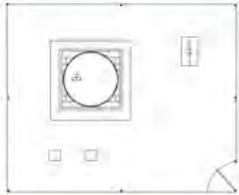
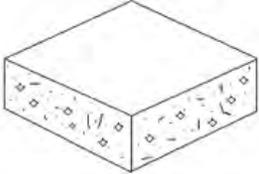
## CATÁLOGO DE CONCEPTOS Y GENERADOR

Aquí se dará la cuantificación de los materiales a utilizar en el proyecto, así como el generador de éste.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN" 			
CATÁLOGO DE CONCEPTOS			
N°	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
1.1	Trazo y nivelación del área por construir con hilo, cinta. Considerar: Mano de obra, herramienta, equipo, fletes, traslados, mojoneras de concreto, ejes, referencias, niveles, conservando marcas, nivel y todo lo necesario.	m <sup>2</sup>	16
1.2	Limpieza y desenraice del terreno en forma manual y/o equipo, Considerar: Deshierbe, retiro de desechos, acarreo verticales y horizontales a pie de camión, mano de obra, herramienta, equipo y todo lo necesario.	m <sup>2</sup>	16
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>		
2.1	Excavación manual ó mecánica de 0 a 45 cm. de profundidad en material tipo "A" ó "B", Considerar: Traspaleo, afine de taludes y fondo, mano de obra, herramienta, equipo, pasarelas, fletes, cargas, descargas, acarreo verticales y horizontales de material sobrante a pie de camión, protecciones del área de trabajo. (Volúmenes medidos en banco). Incluye: Limpieza del frente de trabajo y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.	m <sup>3</sup>	8.712
2.2	Plantilla de concreto hecho en obra agregado máximo de 3/4" f <sub>c</sub> =100 kg/cm <sup>2</sup> . Considerar: Materiales, mano de obra, herramienta, equipo, elaboración y vaciado del concreto, cimbra en fronteras, desperdicios, cargas, descargas, acarreo. Incluye: Limpieza del frente de trabajo y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.	m <sup>3</sup>	6.4

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN" 			
<b>CATÁLOGO DE CONCEPTOS (continuación)</b>			
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
2.3	<b>DADOS DE CONCRETO</b> , concreto hecho en obra $f'c = 250$ Kg/cm <sup>2</sup> . Considerar: Suministros, materiales, pruebas necesarias, herramienta, equipo, mano de obra, fletes, cargas, descargas, acarreo, elevaciones a cualquier altura ó nivel, habilitado, colado, desperdicios. Incluye: Limpieza del frente de trabajo y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.	m <sup>3</sup>	0.568692
2.4	Relleno con material producto de excavación compactado al 90° Proctor Standard en capas no mayores de 20 cm., con equipo, bailarina, incorporación del agua necesaria. Considerar: Selección del material, cargas, descargas, acarreo necesarios dentro de la construcción.	m <sup>3</sup>	5.831308
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA</b>		
	Estructura metálica de acero a base de Tubo galvanizado y malla ciclónica, etc. Considerar: placas de conexión, bridas roscadas en los extremos y todo lo necesario.		
3.1	Suministro y colocación de tubo galvanizado redondo de 2"	pza.	12
3.2	Suministro y colocación de brida roscada de 4"(10 mm de diam.)	pza.	4
3.3	Puerta de 140 x 63 cm., con marco hecho de tubo galvanizado de 1 1/2" soldado con autógena y bisagras de 1/2" de diam., hecha en taller.	pza.	1
3.4	Suministro de malla	m <sup>2</sup>	16.01

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN" 			
CATÁLOGO DE CONCEPTOS (continuación)			
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
4	<b>APARATOS</b>		
4.1	Suministro y colocación de tubo galvanizado 2", para veleta incluye relleno de lechada fina cemento - arena.	pza.	1
4.2	Suministro y colocación de abrigo de termómetro hecho a base de madera seleccionada de 1ª, Incluye: Limpieza del frente de trabajo y todo lo necesario para la correcta ejecución.	pza.	1
4.3	Suministro y colocación de pluviómetro hecho a base de madera seleccionada de 1ª, Incluye: Limpieza del frente de trabajo y todo lo necesario para la correcta ejecución.	pza.	1
4.4	Suministro y colocación de evaporómetro, Incluye: parrilla hecha a base de ángulo de lados iguales de 1 1/2", limpieza del frente de trabajo y todo lo necesario para la correcta ejecución.	pza.	1
5	<b>LIMPIEZA</b>		
5.1	Limpieza fina de obra. Incluye acarreo a primera estación a 20 mts.	lote	1

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN" 						
GENERADOR						
Nº	CONCEPTO	U	L	A	P	TOTAL
<b>1 TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1.1	Trazo y nivelación del área por construir con hilo, cinta y aparatos en el área. 	m <sup>2</sup>	400	400		16
1.2	Limpieza y desentraque del terreno en forma manual y/o equipo.	m <sup>2</sup>	400	400		16
<b>2 CIMENTACIÓN</b>						
2.1	Excavación manual o mecánica de 0 a 45 cm. en material tipo "A" ó "B". 	m <sup>3</sup>	440	440	45	8.712
2.2	Suministro y colocación de plantilla de desplante de 5 cm de concreto f'c=100 kg/cm <sup>2</sup> .	m <sup>3</sup>	400	400	40	6.4
2.3	DADOS DE CONCRETO, concreto hecho en obra f'c= 250 Kg/cm <sup>2</sup> .  $2.54 * 2 = 5 \text{ cm. } \phi$ $A_T = \pi * (2.54)^2 = 20.3 \text{ cm.}$ $V_T = 20.3 * 30 = 609 \text{ cm.}$ $609 * 12 = 7308 \text{ cm}^3$	m <sup>3</sup>	20 y 40	40	40	0.568692
2.4	Relleno con material producto de excavación compactado al 90° Proctor Standard $V_{\text{TERRENO}} = 6400000$ $V_{\text{DADO}} = 568692$ $6400000 - 568692 = 5831308$	m <sup>3</sup>				5.831308

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN" 						
GENERADOR (continuación)						
Nº	CONCEPTO	U	L	A	P	TOTAL
3	<b>ESTRUCTURA</b>					
	Estructura metálica de acero a base de Tubo galvanizado y malla ciclónica, etc. Considerar: placas de conexión, bridas roscadas en los extremos y todo lo necesario. 					
3.1	Suministro y colocación de tubo galvanizado redondo de 2".	pza.				12
3.2	Suministro y colocación de brida roscada de 2".	pza.				4
3.3	Puerta de 140 x 63 cm., con marco hecho de tubo galvanizado de 1 1/2" soldado con autógena y bisagras de 1/2" de diam., hecha en taller. 	pza.				1
3.4	Malla	m <sup>2</sup>				16.01
NOMENCLATURA						
U = Unidad      A = Ancho						
L = Largo      P = profundidad						

## V. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### INTRODUCCIÓN

En este capítulo trataré el cómo se opera y mantiene la estación climatológica, tanto de los aparatos en particular, como de ésta en general. Es importante tratar este tema ya que de ello dependerá la calidad de vida de la estación, si se sigue al pie de la letra las indicaciones que doy, está funcionara perfectamente.

### INSTRUCCIONES GENERALES

Para la obtención de los datos correctos conviene hacer las lecturas y anotaciones correspondientes, siguiendo un orden en la estación a cada uno de los aparatos y observando las reglas que a continuación se dan:

- 1) Las observaciones climatológicas deberán efectuarse todas las mañanas a las ocho horas. He adoptado esta hora con el fin de que al hacerlas ya se haya verificado la temperatura mínima, lo que acontece casi siempre un poco después de la salida del sol. Durante la noche la temperatura desciende, alcanzando su más bajo valor cuando hay equilibrio entre el calor que se desprende, (por radiación), de la tierra y el que se recibe del sol, lo cual sucede un poco después de la salida de éste.
- 2) Al hacer una observación deberá anotarse inmediatamente la lectura correspondiente. Esto será conveniente, pues si por descuido u olvido se omitiera hacer la anotación correspondiente en el momento en que se acaba de hacer una observación, podría no recordarse el valor de la lectura, y más tarde, al tratar de responder el dato haciendo otra observación, el valor obtenido será diferente del que no se anoto.

- 3) Para la atención de cada uno de los aparatos, deberá siempre seguirse un orden definido. Del mismo modo, al hacer las observaciones, deberá seguirse también un orden determinado. Esto tendrá por objeto, además de facilitar la operación y anotaciones, acostumar al encargado a atender sucesivamente los aparatos, con los que se evitarán omisiones.

A continuación se sugiere que se elabore un registro de observaciones de la estación con este orden:

- a. Anotar la fecha correspondiente al día en que va a practicarse la observación.
  - b. Observación del termómetro para obtener los datos de temperatura, (máxima, mínima y ambiente).
  - c. Observación del pluviómetro, obteniendo el valor de la altura de la precipitación.
  - d. Observación del evaporómetro, obteniendo el valor de la altura de la evaporación.
  - e. Observación de la veleta, obteniendo la dirección del viento.
- 4) Deberá hacerse una apreciación general del estado del tiempo a la hora de la observación y anotarse el resultado en el lugar correspondiente indicado en el registro.
- 5) Se deberá también hacer una nota del estado del tiempo que prevaleció el día anterior a la observación (durante las 24 horas anteriores) y consignar el dato donde corresponda en el registro.
- 6) Anotar los fenómenos extraordinarios que se presenten, tales como heladas, granizadas, tormentas, etc.

Además de estas reglas que deberán seguirse todos los días, también se tendrá que revisar de cuando en cuando el estado en que se encuentren las instalaciones y los aparatos, en caso de ser necesario, se practiquen las reparaciones necesarias con la oportunidad debida.

## OPERACIÓN DEL TERMÓMETRO

Este instrumento es uno de los más importantes de la estación, pues con él se van a obtener tres datos: la temperatura máxima, la temperatura mínima y la temperatura ambiente.

Recomiendo que al hacer cada lectura se anote inmediatamente en el lugar correspondiente y se ejecuten las operaciones necesarias en el orden siguiente:

- 1°. Temperatura Máxima.
- 2°. Temperatura Mínima.
- 3°. Remover los índices hasta que peguen, (a tope), con la columna de mercurio, operación a la que se acostumbre llamar “Preparación del Termómetro”.
- 4°. Temperatura Ambiente.

Las lecturas deberán aproximarse hasta medio grado por simple estimación, procurando hacer las lecturas con la mayor precisión posible.

Al hacer una observación se deberá leer primero el número de grados que indica la columna de mercurio o los índices correspondientes; debiendo agregarse a esta lectura, en su caso, la fracción 0.5 de grado (medio grado), en los casos en que pueda apreciarse.

Tanto la lectura de la temperatura máxima como la de la mínima, deben hacerse siempre en el extremo inferior de los índices; esto es, la lectura que señala el extremo más cercano a la columna de mercurio, que es la que marca en la rama izquierda del tubo “U”, la temperatura mínima y en la rama de la derecha la temperatura máxima.

Debe ponerse especial cuidado, al efectuar las lecturas, en dirigir la vista perpendicularmente al ojo del termómetro y al nivel de las extremidades de la columna de mercurio o de los índices, debiendo procurarse además, no tocar el aparato ni acercarse demasiado a él, a fin de no comunicarle el calor del cuerpo.

No se debe mover el termómetro de la posición en que se encuentra y menos aún, sacarlo del abrigo, pues de este modo se pueden mover los índices de la posición alcanzada, lo cual originaría un error en las lecturas.

En caso de tener necesidad de mover un termómetro de su abrigo, por requerirlo así la reparación de la estación, si el intervalo de tiempo que dura el termómetro fuera de su

abrigo es relativamente corto, (menos de 12 horas), al volver el termómetro a su lugar se procurará llevar hasta donde sea posible por medio del imán auxiliar, los índices a la posición que tenían antes de mover el aparato. En caso de que el intervalo de tiempo que dure el termómetro fuera de su abrigo sea más largo, deberá hacerse una anotación en el lugar correspondiente a “Notas”, explicando claramente el motivo que ocasiono cambiarlo de lugar, así como la fecha y hora en que se hizo el cambio y en que volvió a instalarse.

En la rama de la izquierda (de mínima), la graduación indica temperaturas desde  $-50^{\circ}$  hasta  $+30^{\circ}$  grados centígrados pasando por  $0^{\circ}$  que es la temperatura del hielo fundente. Como se puede observar en la figura No.2.2 del capítulo II, en la graduación, las temperaturas más bajas están marcadas en la parte superior, lo que hace que esta rama se utilice para la lectura de la temperatura mínima, puesto que la columna de mercurio, al ir subiendo, irá marcando temperaturas cada vez más bajas y empujará hacia adelante el índice, el cual quedara indicando el valor mínimo alcanzado por la temperatura.

En la rama de la derecha, (de máxima), la graduación esta invertida con respecto a la de la izquierda y va desde  $-30^{\circ}$  hasta  $+50^{\circ}$ .

Como se puede observar en la figura No.2.3 del capítulo II, las temperaturas más altas están marcadas en la parte superior, por lo que esta rama se utiliza para la lectura de la temperatura máxima, ya que el mercurio al subir, irá marcando temperaturas cada vez más altas y empujara a su vez el índice, que quedara indicando el valor máximo alcanzado por la temperatura, o sea la temperatura máxima.

### *TEMPERATURA MÁXIMA*

Como las observaciones se van a efectuar diariamente a las 8 de la mañana, la lectura que se hace en este momento de la temperatura máxima, corresponde en realidad a la del día anterior; es decir, que las observaciones diarias de la temperatura máxima hechas a las 8 de la mañana, corresponderán a la víspera de la observación.

Una vez abierta la caseta o abrigo, el primer dato que se debe obtener es invariablemente el de la temperatura máxima, lectura que debe hacerse con todo cuidado, tratando siempre de aproximarla hasta el medio grado, y teniendo en cuenta que dicha lectura la indica el

extremo del índice más cercano a la columna de mercurio, como ya se ha dicho antes repetidas veces.

Una vez hecha esta lectura, suponiendo que sea la que indica el termómetro en su rama de máxima, ( $13^{\circ}\text{C}$ ), se hace la anotación respectiva en el lugar que le corresponde en el registro; poniendo especial cuidado en no cambiar de lugar el dato obtenido, así como anotarlo precisamente en la hora correspondiente a la fecha de observación, para que al concentrar los datos del registro; poniendo especial cuidado en no cambiar de lugar el dato obtenido, así como anotar el registro diario de observaciones en el Registro mensual de Observaciones Climatológicas.

#### *OPERACIÓN DEL TERMÓMETRO DE MÁXIMA*

En este termómetro, la operación exigirá ciertas características particulares de instalación semejantes a las del termómetro Six, y que a continuación se expresan:

- El termómetro viene acompañado de un soporte especial, que debe ser colocado en posición fija, aproximadamente en el centro del espacio cubierto por el abrigo.
- Para evitar que el peso propio de la columna de mercurio ejerza presión sobre el estrangulamiento del tubo capilar, lo que originaría retrocesos en la misma con los consiguientes errores en los datos obtenidos, es preciso que el aparato este colocado en posición sensiblemente horizontal.
- Las lecturas y anotaciones deben hacerse a la misma hora y en la misma forma que si se tratase de operar un termómetro Six.

#### *PREPARACIÓN DEL TERMÓMETRO DE MÁXIMA*

Una vez hecha la lectura y anotación correspondiente, el termómetro deberá ser acondicionado para poder registrar una nueva temperatura máxima. Esta operación deberá hacerse todos los días a las 8 de la mañana, del siguiente modo:

Se humedece el bulbo con agua fría e inmediatamente se toma el termómetro con la mano derecha por su parte media y con el bulbo frente al dedo pulgar, se le dan varias

sacudidas hasta que la columna del mercurio baje lo suficiente para que en su extremidad superior indique aproximadamente la temperatura ambiente.

### *TEMPERATURA MÍNIMA*

Como ya lo mencione, este valor de la temperatura se presenta casi siempre poco después de la salida del sol, por lo tanto, la lectura que se hace a las ocho de la mañana, corresponde al valor mínimo alcanzado por la temperatura precisamente en la fecha de la observación.

En este caso hay que poner mucho cuidado al efectuar las lecturas, a fin de cerciorarse si corresponden a temperaturas Positivas o Negativas.

Si el extremo del índice más cercano a la columna de mercurio se encuentra más arriba del cero de la graduación de la rama de mínima, se trata de una temperatura negativa; si se encuentra más abajo la indicación, corresponde a una temperatura positiva.

Una vez obtenido el valor, que es de  $-10.0^{\circ}$  (temperatura negativa), debe hacerse la anotación en el lugar que está destinado a temperaturas mínimas en el registro, recordando además que siempre que se trate de temperaturas negativas, al hacer las anotaciones se debe anteponer el signo (-) menos. En caso de que se trate de una temperatura mayor de cero, (temperatura positiva) ésta se anotara sin anteponerle ningún signo.

### *OPERACIÓN DE TERMÓMETRO DE MÍNIMA*

Si la temperatura aumenta, el alcohol pasa por entre el índice y las paredes del tubo, quedando el índice inmóvil; pero si la temperatura disminuye el extremo de la columna líquida, regresa hacia el bulbo, arrastrando consigo el índice.

Al volver al aumentar la temperatura, el índice permanece inmóvil y quedara indicando la temperatura mínima que se registro en ese periodo.

La temperatura mínima la señala el extremo del índice más alejado del bulbo. Este termómetro debe colocarse dentro del abrigo en posición sensiblemente horizontal, a fi de que el índice no resbale por su propio peso, como se muestra en la figura No.2.4 del capítulo II.

Una vez hecha la lectura, debe anotarse inmediatamente en el lugar que le corresponde en el registro la lectura efectuada a las 8 horas, corresponde al mismo día de la observación.

Siempre que las temperaturas señaladas por el índice, estén comprendidas entre el 0 (cero) del termómetro y el bulbo, se tratara de temperaturas negativas, las que se anotaran anteponiendo el signo (-), lo cual indica que son grados “Bajo Cero”.

#### *PREPARACIÓN DEL TERMÓMETRO DE MÍNIMA*

Una vez hecha la lectura y anotación correspondientes, se debe proceder a preparar el termómetro para que pueda marcar la temperatura mínima que se registre en el periodo siguiente, para lo cual basta con invertir el termómetro con el bulbo hacia arriba, manteniéndolo en esa posición hasta que el índice por su propio peso baje y se detenga en la extremidad de la columna de alcohol.

#### *TEMPERATURA AMBIENTE*

Como puede verse en la figura No.2.2 del capítulo II, tanto en la rama de máximo como en la de mínimo, las marcas que alcanzan los extremos de la columna de mercurio son iguales, (0° Centígrados). Puede sin embargo suceder que exista una pequeña diferencia entre ambas lecturas, la cual es generalmente de medio grado a un grado. Como esto es frecuente en los termómetros six, se ha adoptado la costumbre, a fin de que las temperaturas sean comparables, de hacer la lectura de la temperatura ambiente en la rama de mínima. Una vez hecha la lectura, debe procederse inmediatamente a hacer su anotación en el lugar que le corresponde en el registro diario de Observaciones a las 8 horas.

La temperatura ambiente es un dato que sirve además de comprobación a los otros de temperatura máxima y mínima. Para un periodo de tiempo dado, la temperatura máxima es aquella que corresponde a la marca alcanzada por el extremo inferior del índice de la rama máxima, no pudiendo tenerse para ese mismo periodo de tiempo, temperaturas de ambiente mayores, (más altas). Igualmente la temperatura mínima es aquella que corresponde a la marca alcanzada por el extremo inferior del índice de la rama de mínima, no pudiendo

tenerse para ese mínimo periodo de tiempo, temperaturas de ambiente menores, (más bajas).

#### *OPERACIÓN DE TERMÓMETRO DE AMBIENTE*

La manera más correcta para servirse de un termómetro de ambiente, es utilizándolo como termómetro Honda; para ello se ata al termómetro un cordón resistente de unos 70 centímetros de longitud y se le hace girar como una honda durante un par de minutos; se lee rápidamente lo que marca el instrumento y se hace la anotación respectiva. Con esta operación se eliminan los efectos de la reverberación que son inevitables en los aparatos fijos. En esta clase de observaciones, es preciso asegurarse de que el bulbo no esté húmedo.

El uso a que está destinado principalmente este termómetro, es la obtención de la temperatura ambiente en un momento dado, pero como es mucho más preciso que los Six o de máxima y mínima, también se usa para comparar sus lecturas con las que dan estos.

#### *PREPARACIÓN DEL TERMÓMETRO SIX*

Una vez hechas las lecturas y anotaciones tanto de la temperatura máxima como de la mínima, se debe proceder a preparar el termómetro, con objeto de que pueda marcar los valores máximo y mínimo que alcance la temperatura en el periodo entre la observación que se acaba de efectuar y la próxima inmediata.

La preparación del termómetro Six, consiste en remover los índices de la posición en que se encuentran al hacer las lecturas, hasta ponerlos en contacto con los extremos de la columna de mercurio. Para ello se hace uso de la propiedad magnética del alma de cada uno de los índices y de un imán auxiliar que, invariablemente, acompaña a cada termómetro.

Es sumamente importante cerciorarse que cada uno de los índices quede en contacto directo, (a tope), con el extremo correspondiente de la columna de mercurio antes de hacer la lectura de la temperatura ambiente, con el objeto de evitar errores en los datos que se obtengan. El imán auxiliar de este aparato siempre trae consigo una pequeña barrita de fierro, como se muestra en la figura No.5.1, la que antes de la preparación del termómetro se deberá desprender y después de efectuada esta se volverá a colocar en la posición que

muestra la figura, con objeto de que el imán conserve su propiedad magnética, debiendo cuidar de no golpearlo, pues puede perder dicha propiedad.

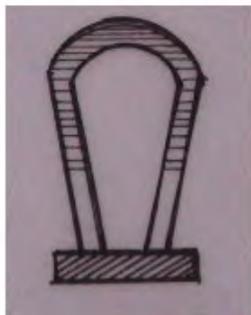


Figura No.5.1

Victor Castillo, "Barrita de Hierro", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 12 de Septiembre de 2011).

Con el fin de que el imán no se extravié, sugiero tenerlo atado a la caseta mediante un cordón lo suficientemente largo para que permita la operación que se acaba de describir.

#### *ERRORES EN LA OPERACIÓN DEL TERMÓMETRO SIX*

Los principales y los más frecuentes son:

- 1°. Mala anotación de los datos.- Cuando el observador al hacer las anotaciones en los registros diarios, cambia de lugar los datos, o bien, hace omisión de alguno de ellos. El modo de evitar esto, es poner mucho cuidado al hacer las anotaciones respectivas.
- 2°. Que los extremos de la columna de mercurio no marquen la misma temperatura. La importancia del error que eso origina, será mayor cuanto mayor sea la diferencia de lecturas. Con el fin de hacer este error constante, se debe leer siempre la temperatura ambiente en la rama de mínima.
- 3°. Que el termómetro no se encuentre instalado con la inclinación correcta que es de 30° con la horizontal. Si el termómetro se encuentra, por ejemplo, en posición vertical, se pueden mover los índices por su propio peso y por el desgaste debido al uso. Si el termómetro se encuentra en posición horizontal, se dificulta hacer las lecturas.
- 4°. Por las razones anteriores se ha adoptado la posición del termómetro a 30° aproximadamente con la horizontal.

5°. Hacer las lecturas en los extremos de los índices más alejados de la columna de mercurio.- Esto origina errores sumamente frecuentes que siempre son de más de 5.0 Centígrados. Para evitar este error deberá ponerse cuidado de hacer las lecturas, tanto de temperatura máxima como de mínima, en los extremos de los índices más cercanos a la columna de mercurio.

6°. Que la columna de mercurio, en vez de formar un solo cuerpo, se encuentre dividida. En este caso deberá procederse del siguiente modo: Se calentara por contacto directo de una tela humedecida con agua caliente, el bulbo de la rama izquierda del termómetro, con lo que se lograra que la parte izquierda de la columna avance hasta encontrar a la otra y vuelva a formar un solo cuerpo.

En caso de que después de varios intentos no se logre componer el aparato, deberán suspenderse las lecturas, anotando dicha anormalidad en la parte correspondiente a NOTAS del registro, y a la brevedad posible, se dará aviso al Jefe del Laboratorio, con objeto de que se proceda a la reposición inmediata del aparato descompuesto.

Como resumen a lo anterior, doy un conjunto de reglas, con cuya observancia, se puede estar seguro que se han eliminado los motivos principales de error en la obtención de los datos de temperatura.

- I. El termómetro Six que se trata de operar, debe estar formando un ángulo de 30° aproximadamente con la horizontal.
- II. La lectura de los índices debe hacerse en el extremo más cercano a la columna de mercurio.
- III. Las anotaciones deben hacerse en el lugar que precisamente les corresponda.
- IV. El termómetro no debe sacarse ni moverse, para hacer las lecturas.
- V. Si la columna de mercurio en vez de ser una sola, está separada en varios tramos, deberá procederse como ya se dijo. (Inciso 5°).
- VI. Deberá seguirse el orden siguiente para la obtención de datos:
  1. Leer el índice de máxima y anotar el dato.
  2. Leer el índice de mínima y anotar el dato.

3. Bajar los índices con el imán auxiliar.
4. Leer la temperatura ambiente en la rama mínima y hacer la anotación respectiva.

## OPERACIÓN DEL PLUVIÓMETRO

La lluvia se recoge en el vaso medidor, que debe estar colocado en el interior del pluviómetro, y las lecturas se hacen con ayuda de una regla de madera, figura No.5.2.a, graduada en centímetros del 1 al 20, del siguiente modo:

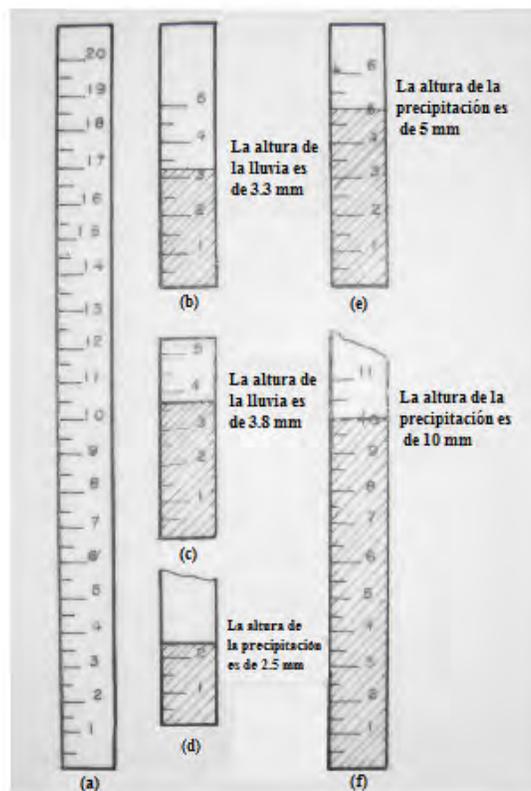


Figura No.5.2

Victor Castillo, "Reglas", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 12 de Septiembre de 2011).

Se quita el embudo como se muestra en la figura No.5.3, y se saca el vaso medidor, que deberá colocarse sobre una superficie sensiblemente horizontal.

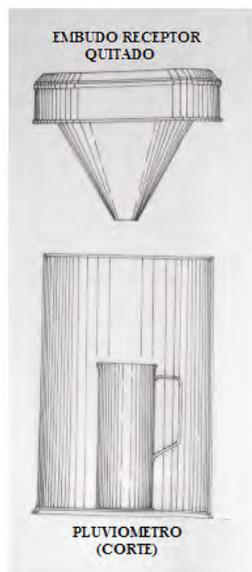


Figura No.5.3

Victor Castillo, "Embudo receptor quitado", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 12 de Septiembre de 2011).

Introduciendo en seguida la regla verticalmente hasta que llegue al fondo, como se ve en la figura No.5.4, se hará la lectura inmediatamente, observando para ello hasta qué graduación llega la parte mojada de la regla.

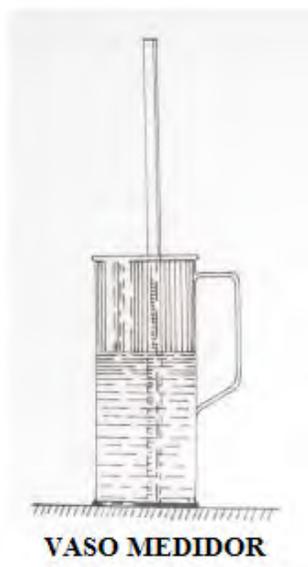


Figura No. 5.4

Victor Castillo, "Vaso medidor", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 12 de Septiembre de 2011).

Por ejemplo, si al hacer una medida se ve que la parte mojada de la regla llega hasta donde muestra la figura No.5.2.b, la precipitación será de 3.3 milímetros, (tres milímetros, tres décimos). En la misma figura No.5.2 los ejemplos (c), (d), (e) y (f), darán una idea precisa al observador de cómo deberá efectuar las lecturas.

Una vez hecha la lectura deberá hacerse inmediatamente la anotación respectiva, y en seguida se tirará el agua recogida en el vaso medidor.

Cuando al destapar el pluviómetro se encuentre el vaso medidor lleno, se debe revisar el interior del cilindro por si hay excedentes de agua. Estos se medirán después de haber medido y vaciado el primer contenido, para lo cual se vierte el agua caída dentro del cilindro en el vaso medidor y haciendo una nueva lectura. Esta operación deberá repetirse hasta agotar el agua contenida en dicho cilindro, teniendo cuidado de llevar la cuenta del número de vasos medidores que se vaciaron y además, considerar que la altura de precipitación le da la suma de todas las lecturas parciales obtenidas.

Es necesario revisar diariamente el pluviómetro y prepararlo después de hacer la lectura correspondiente, aun en tiempo de secas, ya que podría tener lugar alguna precipitación que afectaría las posteriores lecturas, si no se vacía a su debido tiempo.

#### *ANOTACIONES EN EL REGISTRO*

Una vez hecha la lectura, la anotación respectiva debe hacerse inmediatamente en el lugar que le corresponde en el registro, como la que se ha supuesto en el ejemplo de la figura No.5.2 .b, que es de 3.3 milímetros. Las anotaciones deberán hacerse en la hoja correspondiente a la fecha de la observación, separando los milímetros de los décimos con un punto, cuando se tenga conocimiento directo que ha llovido, lloviznado, o caído algo de nieve, granizo, etc., desde la última observación, y sin embargo no se encuentre agua en el pluviómetro, es conveniente anotar en el registro, “Lluvia Ligera”, “Llovizna”, etc., no debiendo confundir los términos “Inapreciable” con “Nulo”, cuando el aparato este completamente seco, e “Inapreciable” cuando la altura del agua registrada en el pluviómetro con menor de un décimo de milímetro. (Lecturas menores de un milímetro en la reglilla).

Por lo tanto, se consideran como días de precipitación, todos aquellos en que lleva o caiga granizo, nieve, escarcha, rocío, etc., siempre que se recoja en el pluviómetro cuando menos, la cantidad de agua equivalente a un décimo de milímetro. En caso que no haya habido precipitación, deberá anotarse en el registro 0.0 (cero).

## OPERACIÓN DEL EVAPORÓMETRO

Las lecturas en estos aparatos, lo mismo que en los demás de la estación, deben efectuarse diariamente a las 8 de la mañana, de la manera siguiente:

Se coloca el tornillo micrométrico sobre la boca del cilindro de reposo, apoyándolo en sus brazos como se muestra en la figura No.5.5.

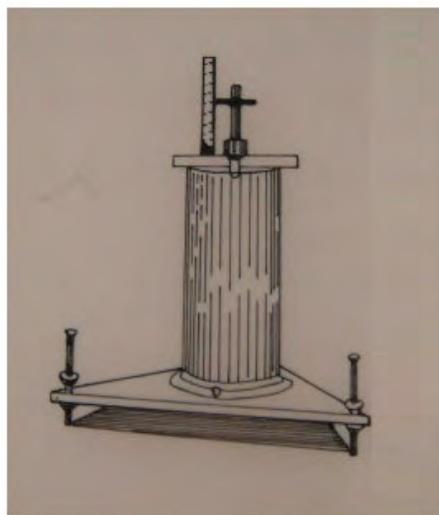


Figura No.5.5

Victor Castillo, "Cilindro de reposo", ca 12 de Enero de 1996, imagen tomada del manual del proyecto: Estación Climatológica, (fecha de actualización: 12 de Septiembre de 2011).

Hecho lo anterior, se va dando vuelta al tornillo de modo que su punta se vaya acercando a la superficie del agua en el cilindro hasta lograr que la toque, lo cual debe hacerse con la mayor precisión posible, teniendo cuidado de hacer girar despacio el tornillo y suspendiendo el movimiento en el preciso momento en que se logra la coincidencia de la punta del tornillo con su imagen reflejada en el espejo del agua, después de esto se hace la

lectura, para lo cual se puede retirar el micrómetro del borde superior del cilindro, cuidando de que al hacerlo no gire el tornillo.

La lectura se hará tomando el valor que alcanza el borde afilado del disco sobre la regla y agregando a este valor los centésimos que indique la lectura del disco graduado.

#### *MEDIDA DE LA EVAPORACIÓN CUANDO NO HA LLOVIDO*

Cuando no ha habido precipitación, la “Altura de Evaporación” es la diferencia de nivel en el tanque entre dos observaciones consecutivas. Esta diferencia se obtiene restando del valor de la lectura en la fecha en que se quiere conocer la evaporación, el valor de la lectura que se hará al día siguiente, puesto que la primera lectura que se hace marca la altura inicial del agua en el tanque, a partir de la cual, esta disminuye por efecto de la evaporación hasta que se hace una nueva observación. Por lo tanto el valor de la altura de evaporación se obtiene directamente midiendo la diferencia en milímetros del nivel del agua entre dos observaciones. En estas condiciones, el evaporómetro estará sufriendo constantemente una pérdida de agua, lo cual hará que el nivel en el tanque vaya bajando constantemente. Como se puede ver en la tabla No.5.1, se da un ejemplo de operación del evaporómetro en caso que no se presente precipitación alguna:

TABLA No.5.1. Operación del Evaporómetro	
Lectura del Micrómetro día 1	34.2
Lectura del Micrómetro día 2	28.1
Valor de la altura de Evaporación en las 24 hrs.	6.1
Lectura del Micrómetro día 2	28.1
Lectura del Micrómetro día 3	23.04
Valor de la altura de Evaporación en las 24 hrs.	5.06
Lectura del Micrómetro día 3	23.04
Lectura del Micrómetro día 4	16.83
Valor de la altura de Evaporación en las 24 hrs.	6.21
Lectura del Micrómetro día 4	16.83
Lectura del Micrómetro día 5	9.32
Valor de la altura de Evaporación en las 24 hrs.	7.51

TABLA No.5.1. Operación del Evaporómetro (continuación)	
Se agrega agua el día 5 hasta una lectura de (x)	48.9
Lectura del Micrómetro día 5	48.9
Lectura del Micrómetro día 6	42.1
Valor de la altura de Evaporación en las 24 hrs.	6.8

En el lugar destinado a la evaporación, hay dos columnas bajo el título de MICROMETRO: En la primera se comienza las anotaciones y como se verá después, cuando se cambie o aumente el nivel del agua se anotara en la segunda columna el nuevo nivel; sirviendo este valor de punto de partida para las observaciones subsecuentes y continuando las anotaciones en la misma forma que se venían haciendo. Esta anotación en otra columna, se hace cada vez que se cambia agua o se repone la que se ha perdida en el aparato. Ejemplo, tabla No.5.2:

TABLA No.5.2. Micrómetro EVAPORACIÓN			
Día	Lecturas en mm.	Lecturas en mm. (x)	En 24 horas en mm.
1	34.2		6.1
2	28.1		5.06
3	23.04		6.21
4	16.83		7.51
5	9.32	48.9	6.8
6	42.1		

La altura de evaporación entre dos observaciones sucesivas, debe anotarse en el mismo renglón que corresponde a la primera; ya que lo evaporado en 24 horas pertenece de hecho a la fecha que aparece en el renglón de la primera observación. No hay que olvidar que se debe tener mucho cuidado en el registro de los datos con objeto de no cambiarlos de lugar y originar errores en los cálculos que se hagan posteriormente.

#### *MEDICIÓN DE LA EVAPORACIÓN CUANDO HA LLOVIDO*

Cuando ha llovido entre dos observaciones, la diferencia de las lecturas del Micrómetro no da la altura efectiva de evaporación; como en el caso anterior, y hay que hacer una

corrección, como se explica más adelante, en virtud de que el aparato se encuentra a la intemperie y las precipitaciones que se presentan afectan el nivel del agua dentro del tanque con objeto de poder precisar el valor de la altura de evaporación entre dos observaciones consecutivas, es necesario conocer el valor de la altura de precipitación entre dichas observaciones. Por este motivo nunca se deben instalar únicamente evaporómetros, puesto que se obtiene en los pluviómetros. Para la obtención del valor de la altura de evaporación cuando ha llovido, se debe proceder del siguiente modo:

### *REGLA GENERAL*

Después de haber hecho la observación del pluviómetro en la forma que ya explico al hablar de este aparato, debe continuarse con la lectura del evaporómetro, para lo cual se efectúa la lectura del Micrómetro en la forma que se detallo con anterioridad, y el valor que se obtenga deberá anotarse en el registro en el lugar indicado. La altura de evaporación, cuando ha llovido, se obtiene sumando el valor de la precipitación en el mismo periodo a la lectura del Micrómetro en la primera observación, y restando de esta suma el de la lectura en la segunda observación. Cuando no ha llovido en ese intervalo, la precipitación es cero y en ese caso automáticamente se reduce el problema al ya descrito cuando no ha habido precipitación.

Supóngase que la lectura de precipitación en el día fue de 8.4 mm., (valor que esta anotado en el día 5, puesto que la altura de precipitación observada corresponde siempre al día anterior a la observación), y que las lecturas del micrómetro han sido las siguientes, tabla No.5.3:

TABLA No.5.3. Lecturas del Micrómetro	
Lectura del Micrómetro día 1	54.95
Lectura del Micrómetro día 2	-48.31
Altura de Evaporación en las 24 hrs.	6.64
Lectura del Micrómetro día 2	48.31
Lectura del Micrómetro día 3	-41.02

TABLA No.5.3. Lecturas del Micrómetro (continuación)	
Altura de Evaporación en las 24 hrs.	7.29
Lectura del Micrómetro día 3	41.02
Lectura del Micrómetro día 4	-35.3
Altura de Evaporación en las 24 hrs.	5.72
Altura de precipitación correspondiente al día 4	8.4
Lectura del Micrómetro día 4	35.3
	43.7
Valor de la lectura del día 4 más incremento por la precipitación	43.7
Lectura del Micrómetro día 5	-37.43
Altura de Evaporación en las 24 horas.	6.27

Como se muestra en la tabla No.5.4, la forma de llenar el registro con los datos anteriores, es:

TABLA No.5.4. Micrómetro EVAPORACION				
<i>Día</i>	<i>Pluviómetro Lecturas en mm.</i>	<i>Lecturas en mm.</i>	<i>Lecturas en mm.</i>	<i>Evaporación en 24 horas en mm.</i>
1	0.0	54.95		6.64
2	0.0	48.31		7.29
3	0.0	41.02		5.72
4	0.0	35.3	43.7	6.27
5	8.4	37.43		

#### REPOSICION Y CAMBIO DE AGUA DEL TANQUE

Para evitar que se seque el tanque y se interrumpan las observaciones, cada vez que se nota que el nivel del agua en el Evaporómetro está muy bajo, se debe proceder a reponerlo, para lo cual, una vez efectuada la lectura y hecha su anotación en el registro, se agrega agua al tanque hasta un nivel máximo de unos 5 cms., abajo del borde del mismo, con objeto de no tener necesidad de agregar agua con mucha frecuencia. Una vez repuesta el agua del tanque

se debe tomar otra lectura inicial, que servirá como punto de partida para las subsecuentes mediciones.

### *RECOMENDACIONES*

Es sumamente importante en aquellos lugares donde se presenta fuertes aguaceros, que los observadores tengan la precaución de conservar un nivel tal en el tanque, que permita captar la lluvia sin que llegue a derramarse, debiendo en este caso, si es necesario, quitar agua al tanque y hacer las lecturas del tornillo Micrométrico antes y después de efectuada esta operación, anotándolas en la misma forma indicada al tratar lo referente al cambio de agua en el tanque.

En los lugares en que se presenten vientos fuertes, hay que tener cuidado que el nivel del agua en el tanque no esté muy cercano al borde del mismo, pues el oleaje que se produce puede ser causa de pérdida por derrames del agua, lo que conduciría a errores. Como ya se dijo, un nivel recomendable es alrededor de unos 5 centímetros abajo del borde del tanque.

Se debe recordar que las operaciones de aumento, disminución o cambio de agua al tanque, según el caso, deberán hacerse siempre después de una observación, o sea, una vez que se haya determinado el valor de la evaporación y anotado el dato en el registro, y que al terminar de agregar, quitar o cambiar agua, se debe hacer otra lectura, con objeto de determinar el nuevo nivel al que se habrá de referir la siguiente observación.

### **OPERACIÓN DE VELETA**

La veleta es un aparato que sirve para observar la DIRECCION DEL VIENTO, debiendo entenderse como tal aquella de donde proviene y así, si el viento procede del Norte, su dirección es Norte. De este modo la punta de la flecha apunta hacia la dirección de donde sopla el viento.

Cuando la flecha apunta hacia una posición intermedia entre dos rumbos, el viento tiene una dirección intermedia que puede ser NORESTE, SURESTE, NOROESTE O SUROESTE.

Los rumbos intermedios deberán, por lo tanto, leerse por simple apreciación cuando la flecha ocupe una posición intermedia entre dos puntos cardinales con las denominaciones que aparecen en la “Rosa de los Vientos”, figura No.2.13 del capítulo II.

La veleta no permite conocer la velocidad del viento; esta se mide con ayuda de otro aparato llamado Anemómetro, el cual no figura entre los aparatos que se instalan en las estaciones del Servicio Hidrométrico. Sin embargo, como dicha velocidad es un dato de importancia y con objeto de que el observador pueda tener una idea de su valor en el momento de la observación, se da a continuación, en la tabla No.5.5., la Escala de Beaufort con los equivalentes de dicha velocidad.

TABLA No.5.5. Escala Beaufort				
<i>Núm. de Beaufort</i>	<i>Símbolo en el registro</i>	<i>Término descriptivo</i>	<i>Velocidad en Km. Por hora</i>	<i>Características para estimar la velocidad</i>
0		Calma	0 a 1	El humo se eleva verticalmente.
1		ventolina (Brisa leve)	2 a 6	Su dirección la indica el curso que sigue el humo.- Incapaz de mover la veleta.
2		Viento suave	7 a 12	Se sienta en la cara, susurra entre las hojas, mueve la veleta.
3		Viento leve	13 a 18	Mueve constantemente las hojas y ramas pequeñas, despliega las banderas.
4		Viento moderado	19 a 26	Levanta polvo y papeles sueltos, mueve las ramas.
5		Viento regular	27 a 35	Agita algo los árboles pequeños, levanta olas pequeñas en los cuerpos de agua interiores.
6		Viento fuerte	36 a 44	Mueve las ramas mayores, hace zumbir los alambres telegráficos y es difícil abrir un paraguas.
7		Viento muy fuerte	45 a 54	Mueve los arboles por completo, se hace difícil andar contra el viento.

TABLA No.5.5. Escala Beaufort (continuación)				
<i>Núm. de Beaufort</i>	<i>Símbolo en el registro</i>	<i>Término descriptivo</i>	<i>Velocidad en Km. Por hora</i>	<i>Características para estimar la velocidad</i>
8		Temporal	55 a 65	Quiebra las ramas pequeñas de los arboles e impide generalmente andar.
9		Temporal fuerte	66 a 77	Causa averías leves en las estructuras, (chimeneas), y arranca las tejas de los techos.
10		Temporal muy fuerte	78 a 90	Arranca los arboles, causa averías considerables en las estructuras.
11		Tempestad	91 a 104	Ocasiona grandes estragos en un área extensa.
12		Huracán	más de 104	Causa muchos estragos y destrucciones.

## TIPOS Y ESTADOS DEL TIEMPO

En meteorología se conoce como “Estado del Tiempo”, el conjunto de factores meteorológicos que determina el estado general de la atmosfera, como son: la lluvia. La nieve, el granizo, las tempestades eléctricas, etc., y estos definen el “Tiempo”.

La clasificación internacional comprende 100 distintos tipos de tiempo, de los cuales aquí únicamente se estudian los más importantes, tabla No.5.6, con objeto de facilitar la labor que tienen que llevar a cabo diariamente los encargados de las estaciones del Servicio “Hidrométrico”

TABLA No.5.6. Tipos del Tiempo	
Si llueve	Lluvioso
Si está haciendo viento	Ventoso
Si hace calor	Caluroso
Si domina la calma y se siente calor fuerte	Bochornoso

TABLA No.5.6. Tipos del Tiempo (continuación)	
Si la temperatura es agradable y moderada	Templado
Si hace frio moderado	Fresco
Si hace frio	Frío
Si está nevando	Nivoso
Si hay niebla	Neblinoso
Si hay calina	Caliginoso

Para hacer la apreciación del estado del tiempo, lo primero que debe observarse es que parte de la extensión del cielo está cubierta de nubes, estimando la cantidad de ellas. Esta primera observación se anotara inmediatamente en el lugar que le corresponde en el registro diario, teniendo en cuenta que el cielo presenta cuatro aspectos generales, a saber, tabla No.5.7:

TABLA No.5.7. Estado del Tiempo		
<i>Condiciones</i>	<i>Signo</i>	<i>Explicación</i>
1o.- Despejado		Cuando las nubes cubren menos de un 10% del cielo.
2o.- Con nubes dispersas		Cuando éstas cubren de 10 a 50% del cielo.
3o.- Medio nublado		Cuando las nubes cubren más de 50% pero menos del 90% del cielo.
4o.- Nublado		Cuando las nubes cubren más del 90% del cielo.

La dirección del viento a la hora de la observación se aprecia por medio de la veleta, y la intensidad del mismo se estima haciendo uso de la Escala Beaufort de equivalencias de la velocidad del viento, debiendo anotarse inmediatamente los datos que se obtengan en el registro correspondiente.

### *ESTADO DEL TIEMPO EN LAS 24 HORAS ANTERIORES*

En seguida se anotara el estado de atención al estado del tiempo que prevalece, haciendo observaciones de la cantidad de nubes que cubren al cielo y la dirección e intensidad del viento. Se debe además, hacer la anotación de los fenómenos diversos que ocurren en el momento de la observación, tales como arco-iris, halos, trombas, nevadas, niebla, etc.

La anotación de todos estos fenómenos deberá hacerse en el registro diario mediante una pequeña cruz.

Como se puede observar en esta figura, las anotaciones que corresponden a la hora de la observación son: Tiempo medio nublado, Viento del Noreste de intensidad suave, Temperatura Fría, sin haberse presentado ningún fenómeno extraordinario, y en las 24 horas anteriores el tiempo que predomino era despejado, en calma y con temperatura templada.

En caso de que se presente algún fenómeno extraordinario que no esté especificado en el registro y que sea de importancia, se hará una anotación al reverso de la hora correspondiente a la observación, debiendo tenerse cuidado de no omitir este dato al hacer el cambio al registro mensual. Como ejemplo de estos fenómenos se pueden citar la escarcha, el granizo, la aparición de alguna plaga en los cultivos de la región, etc.

### **ANOTACIONES GENERALES**

Para llenar el Registro Mensual de Observaciones Climatológicas, y a fin de poder llevar un perfecto control de los fenómenos que se deben reportar, así como de los valores de las lecturas obtenidas en los aparatos, es conveniente que las observaciones, al igual que las anotaciones, se hagan diariamente, no solo en el registro diario, sino también en el mensual.

Con esto se evitara errores al pasar los datos de un registro a otro, haciéndose menos pesada la labor del encargado, ya que es sumamente laborioso pasar los datos de todo un mes, de una forma a la otra en un solo día, además de que esto último, al hacerlo apresuradamente, puede prestarse a confusiones de diversa índole, tales como el cambio de lugar de datos, mala interpretación de los mismo, alteración de la fecha de observación, etc.

Al principiar cada mes:

El día 1o de cada mes deberá llenarse el cuadro del registro con los datos respectivos especificados.

1. Latitud y longitud Geográficas.- Estos datos deben conocerse con bastante aproximación a fin de poder localizar la estación fácilmente en las cartas Geográficas de la División y como en este caso se va a tratar de una estación nueva, se determinaran sus coordenadas tomándolas de una buena carta geográfica.
2. Altitud.- Este dato es más fácil de determinarlo por medio de un altímetro, cuando no haya en las cercanías de la estación algún banco de nivel, o una ciudad cuya altura este catalogada en el “Anuario del Observatorio de Tacubaya”, o bien, una estación de Ferrocarril.
3. Deberá anotarse el mes y año correspondientes a las fechas de observación así como también los datos de la jurisdicción de la estación, es decir, la División Hidrométrica a que pertenezca, el nombre de la Municipalidad, el nombre de la Entidad Federativa y el nombre del lugar en que se encuentra la estación.
4. Una vez lleno el cuadro superior, se debe hacer la anotación diaria de los datos que se vayan obteniendo en la estación, lo que no presenta dificultades si se hace con atención y cuidado, debiendo tenerse en cuenta que las observaciones efectuadas en una fecha determinada, deben ser anotadas precisamente en el renglón correspondiente a esa fecha; motivo por el que insiste en que las anotaciones en este registro se hagan diariamente, con lo que se eliminaran errores.

Al finalizar cada mes:

1. Las observaciones de temperatura máxima, precipitación y estado del tiempo en las 24 horas anteriores, hechas los días 1º. de cada mes, deberán ser anotadas también en el registro del mes anterior, pues corresponden a valores de dichos fenómenos en el día ultimo. Por este motivo, el registro tiene un renglón después del día 31 con el título de “Día 1º. del mes siguiente”, que es exclusivo para la anotación de la

temperatura máxima, la precipitación, la evaporación y el estado del tiempo obtenidos en ese día, que como se sabe, son datos que corresponden al día anterior a la fecha de observación.

2. Al final del registro, hay un lugar destinado a las observaciones. Estas deben ser en todos los casos de carácter informativo o aclaratorio. En esta parte del registro mensual deberán estar anotadas las fechas en que se cambió el agua al tanque del evaporómetro, en que se observaron fenómenos extraordinarios y su duración, así como aquellas en que por motivos de fuerza mayor, no se hayan efectuado observaciones, etc.
3. Las sumas de las distintas columnas para la obtención de los valores medios, así como la formulación del resumen mensual, deberán efectuarse en la Jefatura de La División, oficina que cuenta con un calculista especializado en estos asuntos.
4. El jefe de laboratorio deberá supervisar, tanto los trabajos de recopilación como los de cálculo que se efectúen con los datos obtenidos, y corregir los errores en los registros a las oficinas centrales.

## MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA

Es necesario cuidar del buen estado de conservación de la estación y cada uno de los aparatos, puesto que por la intemperie y uso propio se van deteriorando, con lo que disminuye su precisión y el rendimiento en la obtención de buenos datos.

Con el fin de lograr el buen funcionamiento de esta, explico a continuación los cuidados que debe tenerse para garantizar dicho funcionamiento.

Debe procurarse que las características de una buena instalación perduren a través del tiempo, para lo cual es indispensable hacer una revisión general, periódica y sistemática, debiendo comprobarse en ella que su exposición a la intemperie no haya variado; que la orientación, distribución y altura de los aparatos sea la correcta; a la vez, se debe revisar el estado de conservación propiamente dicho de la estación y cada uno de los aparatos, en lo que se refiere a sus características de trabajo y al posible deterioro que hayan sufrido durante su manejo.

Mientras más cuidado se ponga en seguir debidamente todas las indicaciones dadas para la instalación, se obtendrá una mayor duración dentro de las posibilidades de cada material.

El cuidado que debe tenerse para la conservación general de una estación climatológica, consiste esencialmente en procurar mantenerla en un estado tal, que en su funcionamiento y en su aspecto, aparente ser una instalación reciente.

Para conseguirlo, a continuación se detallan algunos procedimientos:

- a) PINTURAS DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA.- La instalación debe estar protegida contra la intemperie, lo que se puede lograr empleando pintura de aceite de buena calidad:

Para que todas sean uniformes, he escogido el color blanco porque es el que absorbe menor calor y por consiguiente, los objetos pintados con él, se calientan menos al recibir los rayos solares.

Se dan a continuación las formulas para la elaboración de pintura de aceite de buena calidad, tabla No.5.8.:

TABLA No. 5.8. Formulas para la Elaboración de Pintura de Aceite de Buena Calidad			
<i>Cantidades necesarias Material</i>	<i>1a. Mano</i>	<i>2a. Mano</i>	<i>3a. Mano</i>
Albayalde (blanco de Zinc.)	9 Kg.	9 Kg.	4 Kg.
Aceite de Linaza	4 Lts.	1 Lts.	2 Lts. (hervido)
Aguarrás	1 Lts.	1 Lts.	200 cm. Cúb.

Para proteger las partes metálicas de la corrosión, antes de pintarlas de blanco, va ser preciso limpiarlas de oxido y polvo y darles una mano con un anticorrosivo del cual también se da una fórmula:

Aceite de linaza hervido.....1 Lt.

Plomo rojo.....3 Kg.

- b) EXPOSICION A LA INTEMPERIE.- Se debe procurar que las condiciones de intemperie a que está sujeta una buena instalación, no sean alteradas en el transcurso del tiempo, para lo cual hay que tener presente el crecimiento de arboles circunvecinos, la edificación de construcciones cercanas, etc., con objeto de que si por alguna de estas causas se llegaran a modificar las condiciones de la estación, se busca que la manera de corregir esto, y en caso de no poder lograrlo, proceder de inmediato a hacer el cambio de la estación a otro lugar en el que prevalezcan las condiciones necesarias de intemperie.
- c) PROTECCIÓN.- Para que la estación se conserve en buen estado, está va a estar protegida por un cerco que será suficientemente resistente a los riesgos a que pueda estar sujeto.

Cada vez que se note algún defecto en este cerco, deberán hacerse las reparaciones que se estime convenientes, con objeto de mantener siempre la estación en buen estado, restirando la tela de alambre (“Page”) cuando se abolse, enderezando los postes que estén inclinados, aceitando los goznes de la puerta, etc. Además deberá tenerse cuidado especial a fin de conservar el pasto o césped, con objeto de disminuir la reverberación.

## MANTENIMIENTO DE CADA APARATO

### a) *TERMOMETRO*

Este aparato está expuesto principalmente a riesgos de rotura. Una mala operación y falta de cuidado en su manejo son frecuentemente causas que pueden originar desajustes, descomposturas y roturas del mismo.

A fin de conservar en buen estado el termómetro, conviene evitar que se mueva, debiendo estar perfectamente fijo en su abrigo, el que a su vez tampoco debe moverse, ni estar sujeto a vibraciones prolongadas.

Tanto el abrigo como su apoyo deben encontrarse en perfecto estado; por lo tanto, cuando se note deterioro en ellos deberá procederse a su reposición parcial o total, con la oportunidad debida. En caso de que el techo del abrigo haya perdido su impermeabilidad deberá ser reparada cambiándole el cartón ruberoide. Puede también cubrirse con algún impermeabilizante, debiendo cuidarse además que el abrigo se encuentre siempre perfectamente pintado de blanco.

El termómetro Six está expuesto a descomposturas de diversas índoles, pudiéndose citar como más importantes las siguientes:

- 1°. Que la columna de mercurio se encuentre dividida en varias partes.
- 2°. Que los índices, por el desgaste debido al uso, lleguen a tener movimiento por su propio peso.
- 3°. Cuando debido a algún cambio en las instalaciones, éste sufra algún accidente que ocasione su rotura.

#### b) *PLUVIÓMETRO*

Para conservar este aparato, es preciso cuidar que tanto durante su instalación como su operación no sufra golpes que puedan ocasionar abolladuras.

Debido a que la corrosión causa desperfectos en la lámina de este aparato, es necesario protegerlo contra ella, lo que puede lograrse con pintura de aceite de color blanco.

Puede suceder que a pesar de las precauciones anteriores, el cilindro, el vaso medidor o el embudo receptor, lleguen a perforarse por efecto de la corrosión; entonces deben repararse las partes afectadas del aparato, tapando los agujeros con soldadura de estaño, y si la corrosión es excesiva se sustituirán las piezas completas por otras de lámina galvanizada del No. 22 se cambiara el aparato por uno nuevo.

Se debe verificar de tiempo en tiempo, que la boca del aparato se mantenga en posición horizontal. También deberá hacerse una revisión y reparación frecuentes de las partes de madera, cambiando éstas, si es necesario, parcial o totalmente y proteger el empaque con pintura blanca de aceite, en la misma forma que las demás instalaciones del citado material.

*c) EVAPORÓMETRO*

La conservación de este aparato requiere la mayor atención, pues necesita mucho más cuidado para su manejo que cualquier otro aparato. Con frecuencia es necesario efectuar cambios de agua del tanque, debido a que por estar expuesto a la intemperie, cae en su interior hojas, polvo, etc., con lo que el agua se va enturbiando. Cada vez que se cambie el agua del tanque, es conveniente lavarlo perfectamente, limpieza que también deberá hacerse cuidadosamente al cilindro de reposo. El tornillo micrométrico, por formar parte de un aparato de precisión, no debe estar expuesto a la intemperie, razón por lo que se acostumbra guardarlo diariamente en el interior del abrigo termométrico. Deberá cuidarse que el tanque se conserve en perfecto estado, a fin de evitar pérdidas de agua por otros conceptos que no sean la evaporación cuando se deteriore es necesario repararlo con oportunidad, o bien cambiarlo por uno nuevo. En caso de que el apoyo se construya de madera se debe proteger esta de la humedad antes de su instalación, dándole un baño de alquitrán, chapopote o algún otro impermeabilizante, y periódicamente deberá revisarse el estado que guarda la parrilla, reparándola en los casos que lo requiera, o cambiándola por otra nueva cuando las reparaciones resulten antieconómicas. Si se construye de fierro, se debe proteger este material de la oxidación, dándole una mano de pintura anticorrosiva y después otra de color blanco. Hay que procurar que el pasto o césped de los taludes del montículo no llegue a marchitarse.

*d) VELETA*

La conservación de este aparato es sumamente sencilla, reduciéndose a la pintura que debe darse periódicamente al apoyo, y una lubricación de vez en vez al eje embalado del aparato. Para hacer esto, únicamente se requiere aflojar el tornillo de seguridad y quitar la flecha de su base, con lo que quedara al descubierto la chumacera que debe ser lubricada con aceite delgado.

## CONCLUSIONES

Como vimos, es muy importante contar con una estación climatológica que esté al alcance de todos nosotros, como Ingenieros Civiles es nuestro trabajo aportar estas nuevas propuestas y que mejor en algo que beneficie a muchas personas, como se estuvo hablando a lo largo de todo el trabajo. Cada uno de los aparatos que tendrá esta estación servirá para obtener bases de datos indispensables para la pronosticación de los diversos fenómenos naturales que acontecen en nuestra atmósfera, si este proyecto se lleva físicamente será un crecimiento para la Facultad, tanto académicamente, como de vital importancia para prevención de lo antes mencionado.

Uno de los beneficios que tendrá esta estación es el que el alumno realice practicas relacionadas a las materias que se imparten aquí en la FES, como se pudo ver aquí propongo una relacionada con el tema de la evaporación, esto para poder utilizar el evaporímetro, esta como entre otras, se podrán realizar con ayuda de los equipos restantes. Si se pudiera llevar a cabo este proyecto se ampliaría mucho más el campo hidrológico y se entenderían mejor los conceptos teóricos vistos en clases.

Escogí el mejor lugar para la estación que fue en la parte trasera del laboratorio de hidráulica, esto para que tanto personal de este, como los alumnos puedan tener un fácil acceso a ella, en ese lugar podría estar protegida la estación ya que este no es tan transcurrido.

En la forma en que se presenta el proyecto ejecutivo no es tan complicado, es de fácil construcción y relativamente su costo no es tan elevado, probablemente lo único costoso serían los aparatos, pero ya teniendo este trabajo, se hará más fácil de realizar, el proyecto lo hice con materiales de bajo presupuesto, y desde mi perspectiva las mejores decisiones para su mejor y rápida construcción.

La operación y mantenimiento se me hicieron muy importantes añadirlos a este trabajo ya que de ellos dependerá la calidad y durabilidad que tenga la estación.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Aparicio Mijares, Francisco Javier (2001) “*Fundamentos de Hidrología de Superficie*”, Ed. Limusa México.
- 2) Arroyo Hernández, Patrocinio, Cárdenas Arredondo, Ramón (1996) “*Proyecto de estación climatológica*”, Proyecto de Investigación para la FES Aragón UNAM.
- 3) Briones Sánchez, Gregorio (1997) “*Aforo del Agua en Canales y Tuberías*”, Ed. Trillas. México.
- 4) Custodio, Emilio y Llamas, Ramón (2001) “*Hidrología subterránea*”, Ed. Omega, España.
- 5) Márquez Vázquez, Marjorie (2003) “*Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón, empleando eco tecnologías (humedales artificiales)*”, Tesis Profesional nivel Licenciatura, UNAM FES ARAGON.
- 6) Monsalve Sáenz, Germán (1999) “*Hidrología en la ingeniería*”, Ed. Alfaomega, Colombia.
- 7) Suarez Salazar, Carlos Javier (2005) “*Costo y tiempo en edificación*”, Ed. Limusa, México.
- 8) Ven Te, Chow (1994) “*Hidrología aplicada*”, Ed. Mc Graw Hill.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

### *PÁGINAS DE INTERNET*

- a) <http://es.wikipedia.org/wiki/Helada>  
(Fecha de Consulta: 12 de Septiembre de 2011).
- b) <http://irrigacion.weebly.com/uploads/4/0/4/7/404744/etpmetodotanqueevaporimetro.doc>  
(Fecha de Consulta: 12 de Septiembre de 2011).
- c) <http://semanadelaciencia2004.fecyt.es/html/tipos/index.html>  
(Fecha de Consulta: 12 de Septiembre de 2011).

**SITIOS DE INTERNET**

- d) <http://www.astromia.com/fotostierra/arcoiris.htm>  
(Fecha de Consulta: 12 de Septiembre de 2011).
- e) <http://www.atmosfera.cl/HTML/temas/otrosfenomenos/otros1.htm>  
(Fecha de Consulta: 24 de Mayo de 2011).
- f) <http://www.clubdelamar.org/nubes.htm>  
(Fecha de Consulta: 12 de Septiembre de 2011).
- g) <http://www.definicionabc.com/general/halo.php>  
(Fecha de Consulta: 12 de Septiembre de 2011)
- h) <http://www.definicionabc.com/general/niebla.php>  
(Fecha de Consulta: 12 de Septiembre de 2011).
- i) <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/tempestad.php>  
(Fecha de Consulta: 12 de Septiembre de 2011).
- j) [http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas\\_de\\_riego/agua\\_lluvia.htm](http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas_de_riego/agua_lluvia.htm)  
(Fecha de Consulta: 23 de Junio de 2011).
- k) <http://www.fronate.pro.ec/fronate/wp-content/media/manual-de-laboratorio-de-hidrologia.pdf>  
(Fecha de Consulta: 29 de Julio de 2011).
- l) <http://www.locosporlageologia.com.ar/diferencia-niebla-neblina-bruma/>  
(Fecha de Consulta: 12 de Septiembre de 2011).
- m) <http://programas.tvn.cl/tvtiempo/definiciones.asp>  
(Fecha de Consulta: 12 de Septiembre de 2011).
- n) <http://www.quequieredecir.org/tromba/>  
(Fecha de Consulta: 12 de Septiembre de 2011).
- o) <http://www.sis-antigranizo.com.ar/granizo.htm>  
(Fecha de Consulta: 13 de Mayo de 2011).
- p) <http://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/precipitation/drizzle.html&lang=sp>  
(Fecha de Consulta: 11 de Agosto de 2011).