

# Universidad de las Ciencias Informáticas

## Facultad 9



**Título:** Sistema de administración remota de estaciones automáticas

Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas

**Autor(es):** Aimara Hernández Lafita

Yaima Pérez Torres

**Tutor(es):** Ing. Bladimir de la Hoz Matveev

**Co-tutor(es):** Ing. Yulier Casas Estrada

Ing. Abel Hernández Montequín

“Junio del 2007”

Ciudad de La Habana

***La ciencia puede descubrir lo que es cierto, pero no lo que es bueno, justo y humano.***

***Marcus Jacobson***

# DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los 30 días del mes de Junio del 2007.

---

Aimara Hernández Lafita

Firma del autor

---

Yaima Pérez Torres

Firma del autor

---

Bladimir de la Hoz Matveev

Firma del tutor

## Datos de Contacto

Bladimir de la Hoz Matveev

Graduado de Ingeniero Químico Militar de la Escuela de Artillería de las Fuerzas Armadas Camilo Cienfuegos.

Graduado de Máster en Electrónica del ISPJAE.

Diplomado en Sistemas Electrónicos del ISPJAE.

Posgraduado de especialidades del Centro de Investigaciones en Microelectrónica y el Instituto Técnico Militar José Martí.

10 años de experiencia como investigador en los Centro de Investigaciones y Desarrollo de Tropas Químicas y la Marina de Guerra.

3 años como programador en sistemas aplicados a la Meteorología.

Programador de los proyectos de Estaciones Meteorológicas Automáticas, Estaciones de Prospección Eólica.

Ingeniero del Radar Meteorológico de Casablanca.

Correo electrónico: [bladimir.hoz@insmet.cu](mailto:bladimir.hoz@insmet.cu)

# Opinión del Tutor del Trabajo de Diploma

**Título:** Sistema de administración remota de estaciones automáticas.

**Autor(es):** Yaima Pérez Torres.

Aimara Hernández Lafita

El tutor del presente Trabajo de Diploma considera que durante su ejecución las estudiantes se mostraron muy responsables ante las tareas que llevaron a cabo. Captaron muy rápidamente todos los contenidos que estudiaron para la realización del mismo, lo que les permitió familiarizarse con el mundo de la meteorología, algo muy importante para poder llevar a cabo este trabajo. En todo momento demostraron que tenían un buen dominio del tema, lo que dio como resultado el desarrollo de una aplicación que será de gran utilidad en la recopilación de datos meteorológicos en nuestro país, aumentando la fidelidad de los mismos y minimizando considerablemente la intervención del hombre. Esta aplicación además, agilizará el envío de estos datos desde las provincias del país hasta la sede central en Casablanca. Todos los objetivos trazados al inicio del trabajo fueron cumplidos.

Por todo lo anteriormente expresado considero que el estudiante está apto para ejercer como Ingeniero en Ciencias Informáticas; y propongo que se le otorgue al Trabajo de Diploma la calificación de 5 puntos.

**Tutor:** Msc. Ing. Bladimir de la Hoz Matveev

---

Firma

---

Fecha

## **Agradecimientos**

A nuestro tutor Bladimir de la Hoz Matveev por ser la persona a la cual le debemos en gran medida el desarrollo de este trabajo y transmitirnos sus conocimientos relacionados con nuestro trabajo.

A los especialistas del INSMET por su paciencia y ayuda.

A Yulier Casas Estrada por su apoyo incondicional, por estar siempre presente y dispuesto ayudarnos a la hora que más lo necesitábamos.

A Abel Hernández Montequin por sus consejos y ayuda.

A Yoandy Martínez Delgado por su ayuda.

A Pedro Enrique López Álvarez y a Marcos Antonio Jerez Rojas por su apoyo y por estar en el momento que más lo necesitábamos

## **Dedicatoria**

A nuestros padres por su apoyo incondicional y gracias a los cuales tratamos de ser cada día una persona mejor.

A nuestros abuelos por sus consejos y transmitirnos su experiencia.

A nuestros hermanos para los cuales tratamos de ser un ejemplo.

A nuestros familiares y amigos por brindarnos su confianza, su ayuda y preocupación.

# Recuerdos de la Universidad



## **Resumen**

En el presente trabajo se brinda un esquema donde las comunicaciones entre las estaciones meteorológicas para la adquisición de datos son más robustas, evitando la pérdida de la información por fallos de hardware. Esto se logró con el desarrollo de un sistema que proporciona diferentes vías de conexión, utilizando dispositivos. El software propuesto es un sistema automático, donde el observador interactúa apenas con el sistema, de esta forma se reducen los errores por intervención humana. La aplicación posibilita que los datos de las variables meteorológicas se obtengan en tiempo para realizar los pronósticos y los diferentes cálculos que se efectúan con dichos datos. Este sistema es de gran utilidad porque permite obtener el dato actualizado, lo cual es un factor importante para Cuba por su situación geográfica, ya que es afectada por diferentes fenómenos atmosféricos.

## **Palabras Claves**

Estaciones Automáticas, Administración Remota, Sistema Automatizado.

# Índice

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>4</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	4
1.2 CONCEPTOS ASOCIADOS AL PROBLEMA.....	4
1.3 ANTECEDENTES DE LAS EMA EN EL MUNDO.....	5
1.4 HISTORIA EN CUBA DE LAS EMA.....	8
1.4.1 <i>Primer paso de las EMA en Cuba</i> .....	9
1.4.2 <i>Experiencias de las EMA en Cuba</i> .....	11
1.5 FUNDAMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA UTILIZADA.....	12
1.5.1 <i>Metodología utilizada</i> .....	12
1.5.2 <i>UML como lenguaje de modelado</i> .....	15
1.5.3 <i>Lenguaje de programación utilizado</i> .....	16
1.5.4 <i>Gestor de Referencia Bibliográfica: EndNote</i> .....	20
1.6 CONCLUSIONES .....	21
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>22</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	22
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	24
2.3.1 <i>Obtención de los datos meteorológicos</i> .....	25
2.3.2 <i>Reportes y Progreso FTP</i> .....	26
2.3.3 <i>Ficheros</i> .....	27
2.3.4 <i>Conexión de la Sede Central</i> .....	27
2.4 SOLUCIÓN PROPUESTA VS. MÉTODO ACTUAL .....	27
2.5 MODELO DE DOMINIO.....	29
2.6 REQUISITOS FUNCIONALES .....	30
2.7 REQUISITOS NO FUNCIONALES .....	31
2.8 ESPECIFICACIÓN DE CASOS DE USO.....	32
2.9 EXPANSIÓN DE LOS CASOS DE USO.....	35
2.10 CONCLUSIONES .....	43
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>44</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	44
3.2 DIAGRAMAS DE CLASES .....	44
3.2.1 <i>Diagrama de clases del paquete Presentación</i> .....	44

3.2.2 Diagrama de clases del paquete Lógico.....	46
3.2.3 Diagrama de clases del paquete de CBuilder.....	46
3.2.4 Paquete RASAPI32.....	47
3.2.5 Paquete Kernel32.....	47
3.2.6 Paquete Winmm.....	47
3.3 DIAGRAMA DE PAQUETES.....	48
3.4 DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES.....	49
3.5 ESTILOS DE CODIFICACIÓN.....	58
3.6 DIAGRAMAS DE SECUENCIA.....	58
3.6.1 Insertar estación.....	59
3.6.2 Modificar datos.....	60
3.6.3 Eliminar estación.....	61
3.6.4 Conectar.....	62
3.6.5 Descargar_EMA.....	63
3.7 CONCLUSIONES.....	64
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>65</b>
4.1 INTRODUCCIÓN.....	65
4.2 MODELO DE DESPLIEGUE.....	65
4.3 MODELO DE COMPONENTES.....	69
4.4 PRUEBAS DEL SISTEMA PROPUESTO.....	70
4.4.1 Prueba de caja blanca.....	71
4.4.2 Prueba de caja negra.....	72
4.5 CONCLUSIONES.....	75
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>76</b>
5.1 INTRODUCCIÓN.....	76
5.2 PLANIFICACIÓN BASADA EN PUNTOS DE CASOS DE USO.....	76
5.3 BENEFICIOS TANGIBLES E INTANGIBLES.....	82
5.4 ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS.....	83
5.5 CONCLUSIONES.....	83
<b>CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>84</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>86</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>88</b>

## Índice de Figuras

FIGURA 1: TOMADA POR EL CENTRO NACIONAL DE CIENCIA ESPACIAL Y TECNOLOGÍA DE EE.UU. (NSSTC) ...	23
FIGURA 2: CANTIDAD DE ROTURAS EN UN AÑO EN CADA EM Y LA MEDIA DE ROTURAS.....	24
FIGURA 3: MODELO DE DOMINIO DEL SISTEMA .....	29
FIGURA 4: MODELO DE CASO DE USO DEL SISTEMA.....	34
FIGURA 5: DIAGRAMA DE CLASES DEL PAQUETE PRESENTACIÓN.....	45
FIGURA 6: DIAGRAMA DE CLASES DEL PAQUETE LÓGICO .....	46
FIGURA 7: DIAGRAMA DE CLASES DEL PAQUETE CBUILDER.....	47
FIGURA 8: DIAGRAMA DE PAQUETES DEL SISTEMA.....	48
FIGURA 9: DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL ESCENARIO INSERTAR ESTACIÓN .....	59
FIGURA 10: DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL ESCENARIO MODIFICAR DATOS.....	60
FIGURA 11: DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL ESCENARIO ELIMINAR ESTACIÓN .....	61
FIGURA 12: DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL ESCENARIO CONECTAR.....	62
FIGURA 13: DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL ESCENARIO DESCARGAR_EMA.....	63
FIGURA 14: DIAGRAMA DE DESPLIEGUE 1.....	66
FIGURA 15: DIAGRAMA DE DESPLIEGUE 2.....	67
FIGURA 16: DIAGRAMA DE DESPLIEGUE 3.....	68
FIGURA 17: DIAGRAMA DE DESPLIEGUE 4.....	69
FIGURA 18: MODELO DE COMPONENTES .....	70
FIGURA 19: INTERFAZ PREFERENCIAS.....	73

## Índice de Tablas

TABLA 1: CASO DE USO INICIALIZAR DATOS .....	32
TABLA 2: CASO DE USO ACTUALIZAR DATOS .....	33
TABLA 3: CASO DE USO ACTUALIZAR DATOS DE LA EM_EM_C .....	33
TABLA 4: CASO DE USO ACTUALIZAR DATOS DE LA EMA .....	33
TABLA 5: EXPANSIÓN DEL CASO DE USO INICIALIZAR DATOS .....	37
TABLA 6: EXPANSIÓN DEL CASO DE USO ACTUALIZAR DATOS.....	38
TABLA 7: EXPANSIÓN DEL CASO DE USO ACTUALIZAR DATOS DE LA EM_EM_C .....	40
TABLA 8: EXPANSIÓN DEL CASO DE USO ACTUALIZAR DATOS DE LA EMA .....	42
TABLA 9: DESCRIPCIÓN DE LA CLASE CI_PREFERENCIA .....	51
TABLA 10: DESCRIPCIÓN DE LA CLASE CC_PREFERENCIA .....	52
TABLA 11: DESCRIPCIÓN DE LA CLASE CI_ACTUALIZAR .....	55
TABLA 12: DESCRIPCIÓN DE LA CLASE CC_ACTUAL.....	57
TABLA 13: CASO 1 DE PRUEBA DE CAJA NEGRA.....	73
TABLA 14: CASO 2 DE PRUEBA DE CAJA NEGRA.....	74
TABLA 15: CASO 3 DE PRUEBA DE CAJA NEGRA.....	74
TABLA 16: CASO 4 DE PRUEBA DE CAJA NEGRA.....	75
TABLA 17: ACTORES X FACTOR DE PESO .....	77
TABLA 18: CASO DE USO X FACTOR DE PESO .....	77
TABLA 19: DATOS DE FACTORES .....	79
TABLA 20: FACTOR DE AMBIENTE .....	80
TABLA 21: DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZO X ACTIVIDADES .....	81

# Introducción

El cambio climático ha sido estudiado con gran intensidad en los últimos años. Los estudios realizados evidencian que el clima mundial se alteró durante el siglo XX y existen indicios de que se intensificará en las próximas décadas desencadenando catástrofes meteorológicas tales como huracanes de gran intensidad, inundaciones y sequías con un efecto devastador sobre la civilización.

Por estas razones es de vital importancia tener un monitoreo preciso de las variables meteorológicas, proceso que se ha realizado durante muchos años manualmente en las Estaciones Meteorológicas (EM en lo adelante). Con el avance de las tecnologías y la necesidad de mejorar la calidad de los datos, se han creado las redes de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA en lo adelante).

Cuba no ha estado exenta a estos cambios tecnológicos y ha llevado a cabo su propio plan para crear una red de EMA que han sido instaladas en algunos emplazamientos de las EM convencionales, donde el personal existente es el encargado de supervisar el estado de las mismas.

Actualmente los observadores que trabajan en las EM, realizan las mediciones manualmente con los instrumentos convencionales y los datos que se obtienen de las EMA son transferidos periódicamente a través de una conexión desde el datalogger a la PC que se encuentra en el cuarto de la EM, cuando los datos se encuentran en la PC de las EM se pueden enviar por el operador o solicitar automáticamente desde los Centros Meteorológicos Provinciales (CMP en lo adelante) vía línea telefónica conmutada usando un MODEM.

Estos datos son de gran utilidad para todas las entidades cuyo desempeño está íntimamente vinculado al estado del tiempo.

Uno de los sectores que se beneficia de forma inmediata con la implementación de una red de EMA es el agrícola, la información obtenida por esta red se emplea en sistemas que permiten detectar o prever enfermedades y plagas, disminuyendo las pérdidas en la producción y posibilitando productos de mejor calidad.

Para el sector forestal, las EMA son de gran ayuda puesto que al mantener un monitoreo constante de variables como la temperatura, la humedad, y la velocidad y dirección del viento

han permitido determinar los índices meteorológicos que provocan condiciones favorables para que ocurran incendios forestales y así poder prevenirlos.

En el funcionamiento de las EMA están involucrados diferentes dispositivos que hacen posible la transmisión de datos al CMP. Este sistema no está exento a vulnerabilidades, debido a diferentes factores tanto naturales, técnicos o inducidos por el hombre.

El sistema, puede sufrir daños por rotura de sus componentes debido a desperfectos técnicos o a negligencias del personal que se encuentra allí. Las probabilidades de que ocurran los problemas mencionados anteriormente son altas, puesto que van desde la acción de un animal y de los efectos climáticos hasta un fallo tecnológico.

Esto nos da una visión de las principales desventajas que presenta el esquema actual, caracterizado fundamentalmente por una estructura de software fragmentada para la adquisición de datos, con una mayor probabilidad de fallo de hardware, y la presencia de problemas de estandarización que atentan contra el desempeño del sistema.

Debido a los problemas existentes con la adquisición de datos en las EM se propone elaborar un esquema que sea capaz de administrar de forma eficiente y robusta las EMA.

Como objeto de estudio se ha planteado el proceso de adquisición de datos en las EMA; y el campo de acción estará enmarcado en un esquema de administración remota de las EMA.

Este trabajo, se propone como objetivo general diseñar un sistema para la administración remota de las EMA, desarrollando un nuevo concepto de adquisición y distribución de datos y haciendo más robusto el sistema de adquisición.

Para realizar la aplicación se llevaron a cabo varias tareas específicas para darle cumplimiento al objetivo planteado. Primeramente se realizó un estudio del software que se utiliza actualmente para la adquisición de datos en la EMA, así como la conexión de la misma con la Estación Meteorológica, y de esta con el CMP. Se estudiaron las herramientas, tecnologías y otros elementos a utilizar. Se hizo un estudio profundo de las probabilidades de ocurrir los principales problemas que atentan contra el actual esquema, que permite la conexión entre la EMA y el CMP. Se realizaron entrevistas a especialistas de las EMA para el posterior análisis y diseño del sistema.

Se han empleado métodos de investigación científica, donde se puede mencionar el método teórico y el método empírico. Como método teórico se utilizan, el método histórico lógico puesto que se realizó un estudio de las tecnologías que existen actualmente para seleccionar

la que se va a utilizar de acuerdo a las características propias del sistema a desarrollar; el método de análisis y síntesis, pues se realiza un análisis de la bibliografía que se utilizó para el estudio del tema; el método de modelación, ya que se modelan los diagramas que representan la aplicación. Como método empírico se utilizan las entrevistas, las que fueron de gran utilidad para tener un mayor conocimiento sobre la situación problemática existente; también se utilizó el método de análisis de documentos, debido a que se emplearon diferentes materiales para una mayor profundización en el tema; y por último se utilizó el método de observación, pues se realizaron varias visitas a estaciones donde tienen instaladas EMA para ver el funcionamiento de las mismas.

Los aportes prácticos más significativos de este trabajo se enfocan principalmente en las comunicaciones con las EMA desde el CMP. Esto es debido a que el esquema propuesto permitirá que dichas comunicaciones sean más robustas y con menos probabilidades de fallo para obtener el dato en tiempo y con calidad para el posterior análisis en los diferentes departamentos del Instituto de Meteorología (INSMET en lo adelante). Además la aplicación permitirá automatizar las comunicaciones de la red de EMA.

El trabajo está compuesto por cinco capítulos; en el primero se explica cuando y por qué surge la idea de obtener los datos meteorológicos automáticamente. También se habla sobre la evolución de las EMA en el mundo y se hace énfasis en Cuba, así como se mencionan algunas que son utilizadas en diferentes lugares y las ventajas que estas brindan. Además se hace referencia a la tecnología que se utiliza. En el segundo capítulo se hace un planteamiento del problema y se propone una solución para el mismo. También se realiza una comparación del esquema que se utiliza actualmente con el que se propone; además de que se enumeran los requerimientos del sistema los cuales son de gran ayuda para la comprensión del mismo. En el tercer capítulo se desarrolla el análisis y diseño de la aplicación. Aquí se hace referencia a los diagramas de clases que se utilizaron, así como los de secuencia y los paquetes que componen el sistema para facilitar la comprensión del mismo. En el cuarto capítulo se puede ver todo lo relacionado con la implementación y pruebas del sistema. Por último, en el capítulo cinco, se hacen los cálculos correspondientes para determinar el grado de factibilidad del software, mediante el método de de Puntos de Casos de Uso.



# Capítulo 1. Fundamentación teórica

## **1.1 Introducción**

Debido a los grandes avances tecnológicos y al esmerado esfuerzo del INSMET, ha mejorado en gran medida la meteorología en Cuba, la cual ha tenido gran auge en los últimos años. Actualmente se trabaja en el perfeccionamiento de los métodos utilizados, así como el estudio y las posibilidades de mejorar notablemente las condiciones existentes, teniendo en cuenta los avances que ha tenido el desarrollo de software y hardware en el mundo.

## **1.2 Conceptos asociados al problema**

A continuación se mencionan algunos conceptos que ayudan en gran medida al entendimiento de este trabajo.

Una Estación Meteorológica Automática (EMA): es una herramienta por la cual se obtienen datos de los parámetros meteorológicos como temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, lluvia, entre otros, leídos por medio de sensores eléctricos. Las lecturas son acondicionadas para luego ser procesadas mediante la tecnología de microcontroladores o microprocesadores, y transmitidas a través de un sistema de comunicación (radio, satélites y teléfono) en forma automática. (Estaciones 2007)

Clima: Es el estado medio de los elementos meteorológicos de una localidad considerando un período largo de tiempo. El clima de una localidad viene determinado por los factores climatológicos: latitud, longitud, altitud, orografía y continentalidad. (Estaciones 2007)

Datos meteorológicos: conjunto de registros de variables que miden el estado del tiempo (precipitación, temperatura, presión, etc.). (Estaciones 2007)

Estación convencional meteorológica: estación en la que se realizan mediciones meteorológicas utilizando instrumentos manuales cuyas lecturas son interpretadas por el hombre.

Datalogger: es un dispositivo que permite recolectar datos de sensores, almacenarlos y transmitirlos.

MODEM: es un dispositivo que permite conectar ordenadores remotos utilizando la línea telefónica de forma que puedan intercambiar información entre si. (WORLD 2007)

### **1.3 Antecedentes de las EMA en el mundo**

A principios de la década de 1940 se inició un estudio con el objetivo de adquirir los datos meteorológicos automáticamente desde una región distante como el Ártico e incluso desde el mar. Estos fueron los primeros pasos de la automatización en la meteorología.

Las primeras EMA eran dispositivos electromecánicos que para obtener y transmitir los datos meteorológicos lo hacían de una forma muy limitada. Estas EMA estaba conformadas por sensores mecánicos. Poco tiempo después estas fueron sustituidas por EMA electrónicas que utilizaban para su procesamiento programas predeterminados en su diseño, estas eran mas robustas en cuanto a su capacidad para almacenar la información.

Con las experiencias adquiridas en el trabajo con las EMA, estas fueron mejorando paulatinamente en cuanto a las técnicas para mostrar, preelaborar, almacenar y transmitir los datos.

En la actualidad las EMA proporcionan gran cantidad de información y están muy avanzadas en cuanto a la velocidad y la calidad con que se obtienen los datos. Son adaptables a cualquier medio y están basadas en microprocesadores o microcomputadoras.

Las EMA se clasifican en dos clases, esto es de acuerdo en la utilización de la información que brinda como salida:

- Estaciones climatológicas (datos en tiempo diferido).
- Estaciones sinópticas (datos en tiempo real).

Estas dos clases pueden subdividirse. También en dependencia del lugar en que se encuentren pueden ser terrestres u oceánicas estas últimas en el caso de estar instaladas en buques o boyas a la deriva.(PICHARDO 2005)

Independientemente de la clase a la que pueden pertenecer las EMA, existen diferentes tipos que se utilizan actualmente, todas están diseñadas para aquellos lugares donde se requiera la instalación de un equipo autómata y de bajo consumo.

Los registradores de datos de las EMA disponen de múltiples entradas analógicas y digitales,

configurables según el tipo de sensor y escala de la medida, pudiendo adaptarse a casi la totalidad de los sensores existentes en el mercado. Es posible la conexión de sensores inteligentes que proporcionen información mediante comunicación serie, tal como sensores de presión, visibilidad, etc. (Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas 2002)

Los datos son almacenados en la memoria después de ser procesados para el cálculo de estadísticas como máximos, mínimos, desviaciones y promedios. El usuario es el encargado de establecer los períodos de integración de los datos.

El almacenamiento interno consiste en memoria RAM de varios Kb con batería y el externo de varios tipos con capacidades de hasta varios Mb, lo que proporciona una gran autonomía. (Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas 2002)

Presentan un armario protector, donde se guardan todos los elementos que lo integran: microprocesador, MODEM de comunicaciones, fuente de alimentación, protecciones, baterías, teclado, visualizador, etc.

Algunas estaciones tienen posibilidad de comunicación con una o varias estaciones centrales por cualquiera de las vías existentes: radio, teléfono, satélite, GSM, GPRS e Internet; la posibilidad de incorporar la transmisión de imágenes fijas a intervalos regulares (webcam) y sincronizar el reloj interno de la estación con un receptor horario GPS opcional. (Alejandro Rodríguez)

Los dataloggers actuales cuentan con unidades de visualización de LCD que permiten observar los valores reales, máximos, mínimos, incluso los valores almacenados anteriormente, así como la cantidad de días que llevan almacenados.

Los datos que se encuentran almacenados se pueden obtener mediante dos formas:

- Utilizando cartuchos de hardware extraíbles.
- Mediante el canal serie de comunicaciones, (en modo local o remoto). Las EMA están preparadas para trabajar en las condiciones climáticas más adversas de temperatura y humedad.(Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas 2002)

Teniendo en cuenta las condiciones que presentan cada una de estas EMA y sus características específicas en cuanto a los elementos que las componen, son utilizadas en el mundo con diferentes fines para diversos sectores de la sociedad, puesto que posibilitan obtener las variables meteorológicas con una mayor precisión y en un período de tiempo

establecido por el observador.

Por ejemplo, la Red de EMA de Navarra es una de las más importantes en el mundo y consta de 43 EMA siendo gestionada desde 1990 por los Departamentos de Agricultura, Ganadería y Alimentación y de Industria y Tecnología, Comercio y Trabajo, los cuales se benefician en gran medida con la información que les brinda esta Red.

También se puede mencionar las EMA instaladas en las bases antárticas españolas "Juan Carlos I" y "Gabriel de Castilla" las cuales se encuentran operando desde el 2005. Estas son del tipo Meteodata 3000 C y permiten obtener los datos durante todo el año para realizar estudios más completos. Estas estaciones han sido diseñadas con sensores de bajo consumo, y utilizan paneles solares y baterías especiales de alto rendimiento.

Otro de los países donde se han implementado una Red de EMA es en México. Este proyecto de instalación comenzó en 1999 con 20 estaciones en un principio, ya en el 2000 se habían instalado 60 y en el 2003 se contaban con 74 operando. En el 2005 se contaba con una Red de 94 EMA. Estas proporcionan variables como la temperatura, humedad relativa, presión, radiación solar y dirección del viento, estos datos se obtienen cada 10 minutos. Cada una de estas EMA envía sus datos a través de un canal del satélite, a un sistema automático que se encuentra en el estado de Virginia en Estados Unidos el cual almacena y procesa estas variables. Esta información es utilizada por múltiples usuarios a través de Internet.

Se pueden mencionar las tres EMA que se encuentran en la terraza del edificio de Geofísica-Ingeniería Civil, al interior de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de Chile. Los estudiantes de esta facultad realizan estudios y adquieren práctica en las observaciones y en los análisis posteriores de las variables que se obtienen en tiempo real. No solo los estudiantes hacen uso de estas variables, existen muchos investigadores que hacen estudios con los registros de los diferentes datos obtenidos por estas estaciones puesto que son de alta calidad. Este proceso se viene realizando desde 1999, una de estas EMA se utiliza como referencia para otras mediciones y almacena variables meteorológicas básicas como temperatura, humedad del aire, presión y viento. Otra es utilizada para la medición de flujos radiactivos, es decir, permite medir la radiación solar incidente y reflejada. También presenta termómetros de aire y superficie. La tercera es para la medición de flujos turbulentos. La misma cuenta con anemómetro ultrasónico que permite medir las tres componentes del viento, así como la temperatura del aire.

La red de EMA de Cataluña, esta integrada por tres redes de EMA diferentes con objetivos específicos. Una de estas redes es la Red de EMA que fue creada en 1996 con el fin de conocer el estado del clima en tiempo real en el territorio y de esta forma tener un mayor conocimiento y mantener informado al país de las condiciones ambientales, actualmente cuenta con 48 EMA con conexión vía satélite. También la Red unificada esta compuesta por las EMA de la Red Agrometeorológica, la cual fue creada en 1988 e independientemente de las características propias meteorológicas, tiene la presencia de sensores particulares como el de temperatura del subsuelo, el de contenido de agua en el suelo, el de humedad de combustible forestal y el de radiación neta, el cual permite en gran medida realizar estudios y análisis con los datos obtenidos para reflexionar como repercute este factor directamente en las temperaturas. Por último se puede mencionar las EMA de la Red de Nivológica que empezaron a implantarse en invierno del 1997 en las montañas para poder obtener los datos atmosféricos y el manto nival, que posibilita detectar y determinar el peligro de aludes. La información que brindan estos datos es de gran interés generalmente para las personas que practican deportes en esas montañas.

Al igual que en el mundo, en Cuba también se ha instalado una red de EMA que han proporcionado múltiples beneficios en los diversos sectores de la economía del país, y ha facilitado en gran medida la obtención de los datos meteorológicos con precisión y de una alta calidad. Esta red está justo en su etapa inicial.

#### ***1.4 Historia en Cuba de las EMA***

El servicio meteorológico cubano se puede tomar como uno de los más costosos de su clase en el mundo con un personal amplio implicado en diversos sectores de la actividad, esto hace más difícil la tarea de alcanzar un cambio radical en un concepto tan crucial como la Estación Meteorológica. (Matveev 2006)

Sin embargo, en las EM se requiere de múltiples cambios debido principalmente a las características propias del archipiélago cubano y por las condiciones atmosféricas que presenta que pueden llegar a influir notablemente sobre el trabajo en dichas Estaciones. (Matveev 2006)

Uno de los fenómenos atmosféricos que afectan, son los huracanes, los cuales son causantes de múltiples daños en los sistemas que se utilizan en las EM para medir las variables meteorológicas. En el 2004 el huracán Charley golpeó el archipiélago, causando una gran

devastación. Muchos instrumentos en los sitios convencionales de las EM fueron destruidos. Se creó un informe de varias inspecciones realizadas y los resultados fueron que muchas de estas Estaciones tenían incompleto el instrumental y los que quedaron, estaban en pésimas condiciones. Inmediatamente, un programa del gobierno para alcanzar la excelencia en el servicio meteorológico comenzó a llevarse a cabo. (Matveev 2006)

#### **1.4.1 Primer paso de las EMA en Cuba**

La necesidad de instalar las EMA en Cuba, primero fue una propuesta por el ingeniero Pablo de Varona, realmente el líder del equipo de instalación de las EMA. (Matveev 2006)

El proceso de automatización en las EM de Cuba, comenzó a principios del año 2005. Este comienzo fue posible gracias al proyecto del Caribe SID que contribuyó con un sistema constituido por 4 estaciones y un punto central de supervisión y control. (Matveev 2006)

Desde su comienzo varias EM fueron seleccionadas para probar el funcionamiento de las EMA. El proceso de instalación se le asignó al equipo de EMA y a las empresas nacionales responsables de la colocación de la torre, levantar y distribuir las PC en todas las Estaciones (sin importar estar en el proyecto de EMA o no). (Matveev 2006)

Con todas las condiciones creadas y con el proyecto iniciado solo quedaba esperar los resultados y ver las experiencias que se iban acumulando con el transcurso del tiempo. (Matveev 2006)

Muchos fueron las críticas en el propio año 2005 referentes a la instalación de las EMA, pero poco a poco se pudo observar que fueron aceptadas por un grupo creciente de especialistas. También se determinó que era necesario buscar información referente al tema para encontrar la ayuda que se requería para el desarrollo de una red de EMA. En este trabajo, el principal aliado fue el departamento de pronóstico, necesitado de datos de calidad y respuestas inmediatas en situaciones tensas como los huracanes y las tormentas severas. (Matveev 2006)

Algunas de las experiencias acumuladas durante el primer año de trabajo con las EMA después de ser instaladas, evidenciaron tres hechos importantes:

- La necesidad de un desarrollo del software apuntado para satisfacer específicamente los requisitos locales.
- La vulnerabilidad de este equipo al vandalismo.

- El fuerte impacto de los datos adquiridos con este equipo en la serie de datos de una nación con una muy vieja infraestructura instrumental. (Matveev 2006)

En uno de los hechos que se mencionan anteriormente, se puede ver cómo las EMA necesitan la protección contra el vandalismo por una supervisión humana constante y este papel es asumido lo mejor posible por los observadores meteorológicos en las EM convencionales. Dentro de las medidas tomadas para evitar el vandalismo se decidió que las EMA se situarían a apenas diez metros de distancia de las EM convencionales. (Matveev 2006)

Esto fue una experiencia en Cuba y otros países del área, pues muchos equipos fueron desmontados parcial o totalmente, lo cual conduce a la conclusión de que las EMA, con baterías, paneles solares y equipo electrónico son un blanco valioso para los ladrones. (Matveev 2006)

Las EMA, como bien se menciona anteriormente, tienen diferentes componentes para su funcionamiento. Particularmente en Cuba se realizó el siguiente esquema:

- Torre de 10 metros de altura, del tipo AT- 20 con protección contra la luz.
- Celda solar de producción nacional.
- Datalogger compacto de tipo Clima TDL-14 con interfaz RS422, batería y cubierta de acero, con el transductor de presión de Vaisala PTB -100-A.
- Sensor de temperatura PT-100 y sensor capacitivo de humedad. (Matveev 2006)

Generalmente los datalogger que son utilizados en las EMA en Cuba son del tipo Clima TDL-14 que este es particularmente útil en todos los campos donde, además de obtener una medida exacta, se almacenan, se evalúan y se documentan los datos del tiempo y los datos ambientales.(CLIMA) También existen del tipo Ammonit Meteo, donde se pueden mencionar los casos particulares de METEO-32 y el METEO-32X que solamente se diferencian en el número de los canales de la entrada que tienen. (Freixa)

Las EMA, funcionan a través de un software bautizado como "Estación Virtual en Línea". Este software ha evolucionado en cerca de 22 versiones. (Matveev 2006)

Los datos que proporciona este software mediante análisis se clasifican como "datos confiables" o "dudosos". La forma en que los datos están marcados es muy simple:

Ninguno de los valores de las EMA vino con la resolución más alta que 10, así que se reserva para el uso del software el milésimo de cada valor analizado. Los valores clasificados como "dudosos" tienen su milésima parte en "1".(Matveev 2006)

Los datos adquiridos se validan después del siguiente análisis:

- Una medida confiable no debe estar fuera del rango del sensor.
- Una medida confiable no debe cambiar su magnitud más rápido que cierto valor de umbral en un minuto, éste valor se configura para satisfacer el caso.
- Si un paquete de los datos minuciosos pasados transmitidos se pierde, los valores transmitidos confiables pasados de la medida serán tomados pero marcados como "dudosos".
- Si un análisis de la estadística tiene menos datos de lo que se requiere en un periodo de tiempo dado, estos resultados serán marcados como "dudosos" también. (Matveev 2006)

Si cierta medida se clasifica continuamente como dudosa por más de 10 veces, se asume que existe una rotura del sensor. (Matveev 2006)

Actualmente, cuatro soluciones de software están en análisis. Todas necesitan establecer un horario del acoplamiento para la red de las EM y de la presencia de una persona en el lugar. (Matveev 2006)

Las EM en Cuba tienen una comunicación continua con las EMA, las cuales van dando productos de datos no solamente en valores crudos sino también generando informes de las variables, comportamiento y mensajes en dos formatos. (Matveev 2006)

#### **1.4.2 Experiencias de las EMA en Cuba**

El proceso de instalación tomó cerca de 3 a 4 horas como promedio por EMA, incluyendo el cableado del sitio, perforar las paredes e incluso el entrenamiento del personal con el software. Dicho entrenamiento logró realizarse aceleradamente gracias a un sitio local de ayuda con formato HTML como consulta. (Matveev 2006)

Otra de las experiencias obtenidas fue que los dataloggers fueron instalados sin ninguna protección contra el sol, y los observadores detectaron que la temperatura dentro de la cubierta



era muy caliente. En los lugares en donde la temperatura del suelo puede estar sobre los 60 grados centígrados, se consideró que era un error no tomar el calor en cuenta desde el principio, así que las medidas se deben tomar rápidamente para prevenir el mal funcionamiento. (Matveev 2006)

También como el diseño sencillo que fija el panel solar plantea la necesidad de pensar en la amenaza que ocasiona un Huracán o los vientos fuertes de tormenta. (Matveev 2006)

Es por esto que en áreas costeras, se sujetan los cojinetes del anemómetro ante condiciones ambientales ásperas, que acortan la vida del equipo, en estos casos se sugiere considerar la instalación de los sensores ultrasónicos del viento. Estos sensores sin embargo tienen que ser utilizados con precaución en las áreas donde la fauna local puede interferir con el funcionamiento del instrumento. (Matveev 2006)

Se puede decir que mientras que la temporada ciclónica se acerca, el número de EMA continúa creciendo. Los funcionarios del estado están interesados por ver los primeros datos de las EMA publicados en el sitio Web del instituto. (Matveev 2006)

Aunque varios especialistas están implicados en el análisis del impacto de las EMA, no hay duda que el futuro de las mismas en Cuba es sólido. Las autoridades han observado el impacto que han tenido estas sobre el funcionamiento del servicio meteorológico y se analiza el dinero que se requiere para pasar a la adquisición de una porción futura de las EMA. Esto asegura una extensión rápida de la red de las EMA como mínimo por un período de tres años. Se han analizado soluciones para desarrollar las EMA con componentes cada vez más locales. (Matveev 2006)

## ***1.5 Fundamentación de la tecnología utilizada***

### **1.5.1 Metodología utilizada**

Existen varias metodologías a la hora de desarrollar un software, y la selección de la adecuada depende en gran medida en el tamaño y las características del producto que se vaya a desarrollar.

Generalmente cuando los proyectos son pequeños de dos o tres meses lo que se hace es separar el aplicativo en procesos, cada proceso en funciones, y por cada función determinar un tiempo aproximado de desarrollo. (Sanchez 2004)

Dentro de algunas metodologías podemos citar a Extreme Programming (XP en lo adelante) la cual es una de las más exitosas utilizadas actualmente para proyectos que se realizan en poco tiempo y que cuentan con poco personal en el equipo de trabajo.

Algunas de sus características fundamentales son mencionadas a continuación:

- Pruebas Unitarias: se basa en las pruebas realizadas a los principales procesos, de tal manera que se puedan hacer pruebas de las fallas que puedan ocurrir. Es para adelantarse a obtener los posibles errores.
- Refabricación: se basa en la reutilización de código, para lo cual se crean patrones o modelos estándares, siendo más flexible al cambio.
- Programación en pares: consiste en que dos desarrolladores participen en un proyecto en una misma estación de trabajo. Cada miembro lleva a cabo la acción que el otro no está haciendo en ese momento. (Sanchez 2004)

Otra de las metodologías que se utiliza actualmente es Microsoft Solution Framework (MSF en lo adelante) la cual es flexible y esta relacionada con una serie de conceptos y modelos que son capaces de controlar la planificación y la gestión de proyectos tecnológicos.

Las características principales de esta metodología se enumeran a continuación:

- Adaptable: es parecido a un compás, usado en cualquier parte como un mapa, del cual su uso es limitado a un específico lugar.
- Escalable: puede organizar equipos tan pequeños entre 3 o 4 personas, así como también, proyectos que requieren 50 personas a más.
- Flexible: es utilizada en el ambiente de desarrollo de cualquier cliente.
- Tecnología Agnóstica: porque puede ser usada para desarrollar soluciones basadas sobre cualquier tecnología. (Sanchez 2004)

En el caso particular de este trabajo se decidió utilizar el Rational Unified Process (RUP en lo adelante) por ser el que se domina por los desarrolladores de dicho trabajo y por presentar características que permiten una mayor organización a la hora de desarrollar un software.

Una de las características de esta metodología es que esta dividida en cuatro fases de desarrollo las cuales se enumeran a continuación:

- Inicio: se obtiene una visión del proyecto y su principal esfuerzo esta centrado en el “Modelo de Negocio” y el “Análisis de Requerimientos”.
- Elaboración: aquí se determina la arquitectura del sistema y se realiza un análisis de los Casos de Uso.
- Construcción: se obtiene la capacidad operacional inicial del software y permite observar algunas versiones del sistema que responden a los principales Casos de Uso.
- Transición: se comienza a probar el producto.

Cada una de estas fases es desarrollada mediante el ciclo de iteraciones, la cual consiste en reproducir el ciclo de vida en cascada a menor escala. Los objetivos de una iteración se establecen en función de la evaluación de las iteraciones precedentes. (Sanchez 2004)

El ciclo de vida que se desarrolla por cada iteración, es llevada bajo dos disciplinas:

- Disciplina de Desarrollo:
  - Ingeniería de Negocios: entendiendo las necesidades del negocio.
  - Requerimientos: trasladando las necesidades del negocio a un sistema automatizado.
  - Análisis y Diseño: trasladando los requerimientos dentro de la arquitectura de software.
  - Implementación: creando el software que se ajuste a la arquitectura y que tenga el comportamiento deseado.
  - Pruebas: asegurándose que el comportamiento requerido es el correcto y que todo lo solicitado esta presente.(Sanchez 2004)
- Disciplina de Soporte:
  - Configuración y administración del cambio: guardando todas las versiones del proyecto.
  - Administrando el proyecto: administrando horarios y recursos.

- Ambiente: administrando el ambiente de desarrollo.
- Distribución: hacer todo lo necesario para la salida del proyecto.(Sanchez 2004)

Existen algunos elementos que posee RUP estos son:

- Actividades: son los procesos que se llegan a determinar en cada iteración.
- Trabajadores: son las personas involucradas en cada proceso.
- Artefactos: puede ser un documento, un modelo, o un elemento de modelos. Son producidos, modificados y usados por las actividades. (Sanchez 2004)

Una particularidad de esta metodología es que, en cada ciclo de iteración, se hace exigente el uso de artefactos, siendo por este motivo, una de las metodologías más importantes para alcanzar un grado de certificación en el desarrollo del software. (Sanchez 2004)

### **1.5.2 UML como lenguaje de modelado**

El Lenguaje de Modelado Unificado (UML en lo adelante) es un lenguaje estándar para escribir planos de software, es el más conocido y utilizado en la actualidad.(Enríquez)

El desarrollo de sistemas con UML siguiendo el proceso unificado incluye actividades específicas, cada una de ellas a su vez contienen otras subactividades las cuales sirven como una guía de cómo deben ser las actividades desarrolladas y secuenciadas con el fin de obtener sistemas exitosos. (Enríquez)

UML puede utilizarse para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema. (Enríquez)

UML es un "lenguaje" para especificar y no un método o un proceso. Se puede usar en una gran variedad de formas para soportar una metodología de desarrollo de software, tal es el caso de RUP pero no especifica en sí mismo qué metodología o proceso usar. (Wikipedia)

### 1.5.3 Lenguaje de programación utilizado

Existen múltiples lenguajes de programación para el desarrollo de un software, y la utilización de los mismos depende en gran medida de los conocimientos y las habilidades obtenidas por el programador, así como las características propias del producto que se vaya a desarrollar.

Algunos de estos lenguajes se mencionan a continuación:

➤ C#

Este lenguaje de programación tiene su sintaxis básica que se deriva de C y C++ y utiliza el modelo de objetos de la plataforma .NET el cual es similar al de Java aunque incluye mejoras derivadas de otros lenguajes. (Wikipedia 2007) El tamaño de los tipos de datos básicos es fijo e independiente del compilador, sistema operativo o máquina para quienes se compile, lo que facilita la portabilidad del código. No admite ni funciones ni variables globales sino que todo el código y datos han de definirse dentro de definiciones de tipos de datos y no permite el uso de punteros. (Seco 2001)

➤ Cobol

El lenguaje de programación Cobol fue dotado por diseño de unas excelentes capacidades de autodocumentación, una buena gestión de archivos y una excelente gestión de los tipos de datos a través de la conocida sentencia PICTURE para la definición de campos estructurados. Para evitar errores de redondeo en los cálculos que se producen al convertir los números a binario y que son inaceptables en temas comerciales, Cobol puede emplear y emplea por defecto números en base diez. (Wikipedia 2007)

➤ Labview

Labview es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o Basic. Este lenguaje emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques. Para el empleo de Labview no se requiere de gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. (Tutorial)

➤ Afnix

Es un lenguaje de programación funcional multihilos con alcance dinámico de variables y soporte para el paradigma de programación orientada a objetos. Afnix está disponible para varias versiones de las plataformas UNIX, Linux y FreeBSD. La documentación incluye una guía de usuarios y el material de referencia. Está distribuido como software libre. Este lenguaje incluye librerías de listas, vectores, tablas de hash, conjuntos de bits y grafos. (Wikipedia 2006)

➤ Pascal

Pascal se caracteriza por ser un lenguaje de programación estructurado fuertemente tipificado. Sus programas tienen definidas dos partes: declarativa y ejecutiva. En la primera debe aparecer todo lo que se usará en la segunda, de lo contrario se detecta como desconocido y evita ciertas incomprendiones. En la parte declarativa se enuncian Unit existentes, procedimientos, funciones, variables, constantes y nuevos tipos de datos estructurados. En Pascal el tipo de una variable se fija en su definición; la asignación a variables de valores de tipo incompatible no están autorizadas. (Wikipedia 2007)

➤ Delphi

Este lenguaje de programación presenta un entorno de desarrollo de software diseñado para la programación de propósito general con énfasis en la programación visual. El Delphi se utiliza en el desarrollo de aplicaciones visuales y de bases de datos cliente-servidor y multicapas. Delphi dio una implementación muy buena a la idea del uso de componentes, que son piezas reutilizables de código (clases) que pueden interactuar con el EID (estudio de imaginación y diseño) en tiempo de diseño y desempeñar una función específica en tiempo de ejecución. Incluye una biblioteca de clases bien diseñada denominada VCL. Delphi permite de manera sencilla ejecutar trozos de código en respuesta a acciones o eventos que ocurren durante el tiempo que un programa se ejecuta. Por ejemplo, cuando se presiona un botón, la VCL captura la notificación estándar de Windows, y detecta si hay algún método asociado al evento *OnClick* del botón. Si lo hay, manda ejecutar dicho método.(Wikipedia 2007)

➤ Fortran

Este lenguaje de programación se utiliza principalmente en aplicaciones científicas y análisis numérico. Si bien el lenguaje era inicialmente un lenguaje imperativo, las últimas versiones incluyen elementos de la programación orientada a objetos. El lenguaje ha sido ampliamente

adoptado por la comunidad científica para escribir aplicaciones con cómputos intensivos. La inclusión en el lenguaje de la aritmética de números complejos amplió la gama de aplicaciones para las cuales el lenguaje se adapta. El lenguaje fue diseñado tomando en cuenta que los programas serían escritos en tarjetas perforadas de 80 columnas. Así por ejemplo, las líneas debían ser numeradas y la única alteración posible en el orden de ejecución era producida con la instrucción goto. Estas características han evolucionado de versión en versión. Las versiones actuales contienen subprogramas, recursión y una variada gama de estructuras de control. (Wikipedia 2007)

➤ Java

El lenguaje de programación Java es muy parecido a C++ en el juego básico de tipos de datos con algunas pequeñas modificaciones. Los vectores en Java, a diferencia de C++, son una clase de objetos. Java permite la eliminación de palabras reservadas, y la utilización de un intérprete bastante pequeño. Java realiza verificaciones en busca de problemas tanto en tiempo de compilación como en tiempo de ejecución, lo que hace que se detecten errores lo antes posible, normalmente en el ciclo de desarrollo. Java no intenta conectar todos los módulos que comprenden una aplicación hasta el tiempo de ejecución. Tiene operadores nuevos para reservar memoria para los objetos, pero no existe ninguna función explícita para liberarla. (León 1999)

➤ Visual Basic

Visual Basic es un lenguaje de programación de los llamados "visuales", puesto que parte de la programación que se realiza con él se basa en la utilización de elementos visuales. Es un lenguaje orientado a eventos, es decir el código no sigue una ruta predeterminada; ejecuta distintas secciones de código como respuesta a los eventos. (formación.com 2004) Este lenguaje sólo genera ejecutables para Windows. Los ejecutables generados son relativamente lentos. Sólo permite el uso de funciones de librerías dinámicas. La escasa implementación de programación orientada a objeto no permite sacar el máximo provecho de este modelo de programación. Este lenguaje no permite el manejo de memoria dinámica, punteros, etc. No avisa de ciertos errores o advertencias. El tratamiento de mensajes de Windows es básico e indirecto. (Wikipedia 2007)

➤ Eiffel

Es un lenguaje de programación orientado a objetos centrado en la construcción de software robusto. Su sintaxis es parecida a la del lenguaje de programación Pascal. Una característica que lo distingue del resto de los lenguajes es que permite el diseño por contrato desde la base, con precondiciones, poscondiciones, invariantes y variantes de bucle, invariantes de clase y asertos. Implementa administración automática de memoria, generalmente mediante algoritmos de recolección de basura. (Wikipedia 2007)

Todos estos lenguajes de programación tienen sus propias ventajas en cuanto a su utilización para diferentes proyectos. Especialmente en este trabajo se hace referencia al lenguaje de programación C++ por ser el que se utiliza para la solución que se propone.

Las principales características del C++ son el soporte para programación orientada a objetos y el soporte de plantillas o programación genérica (templates). Se puede decir que C++ es un lenguaje que abarca tres paradigmas de la programación: la programación estructurada, la programación genérica y la programación orientada a objetos. (Wikipedia 2007)

Las plantillas son el mecanismo de C++ para implantar el paradigma de la programación genérica. En C++ es posible definir clases abstractas. También este lenguaje permite la herencia múltiple. En C++, además de poder usar las bibliotecas de C, se puede usar la nativa STL que es propia del lenguaje. Proporciona una serie de clases parametrizadas que permite efectuar operaciones sobre el almacenamiento de datos, procesado y flujos de entrada/salida. La STL más que una biblioteca es un conjunto de ellas. De esta forma únicamente se incluyen en el fichero ejecutable final, aquellas que sean necesarias para la aplicación que se esté programando, reduciendo drásticamente el uso innecesario de memoria. (Wikipedia 2007)

Un código escrito en C++ puede ser compilado en casi todo tipo de ordenadores y sistemas operativos sin hacer apenas cambios. El código que se genera es muy corto en comparación con otros lenguajes, sobretodo porque en este lenguaje es preferible el uso de caracteres especiales que las "palabras clave". (WEB)

Además posee una serie de propiedades difíciles de encontrar en otros lenguajes de alto nivel:

- Posibilidad de redefinir los operadores (sobrecarga de operadores).
- Identificación de tipos en tiempo de ejecución. (Wikipedia 2007)



C++ es considerado como el lenguaje más potente por muchos de los programadores que trabajan en diferentes proyectos puesto que brinda la facilidad de programar tanto a alto como a bajo nivel.

#### **1.5.4 Gestor de Referencia Bibliográfica: EndNote**

El EndNote es utilizado por miles de personas en todo el mundo para almacenar y organizar las referencias bibliográficas que se encuentran en el desarrollo de una investigación determinada, además de que permite trabajar con base de datos bibliográficas.

Existen varias versiones del EndNote y particularmente en este trabajo se usa el EndNote 9 debido a su rapidez y que es compatible con las nuevas versiones de Microsoft Word lo que le permite un mayor uso.

El EndNote crea referencias con 52 campos de datos, entre ellos uno que permite enlazar la referencia con la url del texto completo o con el documento alojado en el disco duro del ordenador. También se pueden insertar en la referencia archivos con los siguientes formatos: audio files (wav, mp3), access, excell, power point, project files, visio files, multimedia files. Crea escritos según los requerimientos de editores a través de plantillas proporcionadas por él. (Burgos 2006)

Se puede adicionar además que el EndNote es un programa que permite la gestión de referencias bibliográficas de cualquier tipo de documento, presenta hasta **41** tipos de referencias. Estas referencias pueden ser insertadas en documentos word o editadas como bibliografía. EndNote proporciona hasta **2300** estilos bibliográficos para la edición de las mismas. (Burgos 2006)

## **1.6 Conclusiones**

Este capítulo ha proporcionado conocimientos requeridos para comprender todo lo relacionado con la propuesta de solución descrita en este trabajo. Se muestran diferentes conceptos relacionados con el tema que ayudan a una mayor comprensión del mismo, se brindó una visión de los principales antecedentes de las EMA en el mundo, haciendo énfasis en el caso de Cuba, y se describe la tecnología utilizada para darle solución a la propuesta que se plantea.

Los conocimientos adquiridos en este capítulo servirán para elaborar la propuesta de solución que se detalla en el siguiente capítulo.

## Capítulo 2

### ***2.1 Introducción***

En el presente capítulo se podrá ver cómo a partir de la situación problemática existente se llega a una propuesta de sistema que dé solución a la misma. Esto se logra después de un minucioso estudio de los factores que intervienen en esta situación, el cual incluyó el cálculo de la media de rotura en un año de los dispositivos que posibilitan la comunicación entre la EM y el CMP, para posteriormente realizar un análisis comparativo entre la solución propuesta y la actual. Se muestra el proceso de la captura de los requisitos a partir de los cuales se realizan los casos de uso, que guiarán el desarrollo del sistema desde este momento.

### ***2.2 Planteamiento del problema***

En cada provincia de Cuba actualmente existe un CMP, en el cual se recogen los datos de todas las EM de cada uno de esos territorios. Estas a su vez, los reciben desde las EMA en el caso de que existan, en los otros casos los datos se recolectan manualmente, utilizando los instrumentos convencionales. La información recogida por la EMA, se encuentra en un datalogger, que se conecta a la EM a través de un conversor de norma para recibir los datos. La conexión entre la EM y el CMP se realiza con la utilización de un MODEM, en este caso la EM hace función de cliente y el CMP de servidor, es decir, el flujo va desde la EM al CMP solamente. Esto trae consigo que sea necesario implementar un orden para las conexiones entre el cliente y el servidor debido a que solo existe una línea telefónica en cada CMP, lo que trae como consecuencia que los CMP no puedan solicitar información a las EM cada vez que se requiera.

A estos problemas se le suma la alta probabilidad de ocurrencia de descargas eléctricas que hay en Cuba, esto se muestra en la Figura 1, donde se puede ver que Cuba se encuentra entre las zonas más activas en este sentido. Esto puede afectar de manera significativa todas estas conexiones, ya que influyen negativamente en los cientos de kilómetros de cableado telefónico que hay entre el CMP y la EM, esta problemática es extensible a la conexión que existe entre la EMA y la EM. El otro problema que influye en la recolección de datos radica en

la EM, debido a que hay una alta probabilidad de que ocurran fallos en cualquiera de los dispositivos que se utilizan para este fin. Un estudio realizado en las 14 provincias y el municipio especial Isla de la Juventud dio como resultado que en un año la media de rotura es de 1.21. A continuación, en la Figura 2 se pueden ver los datos recogidos en cada provincia.

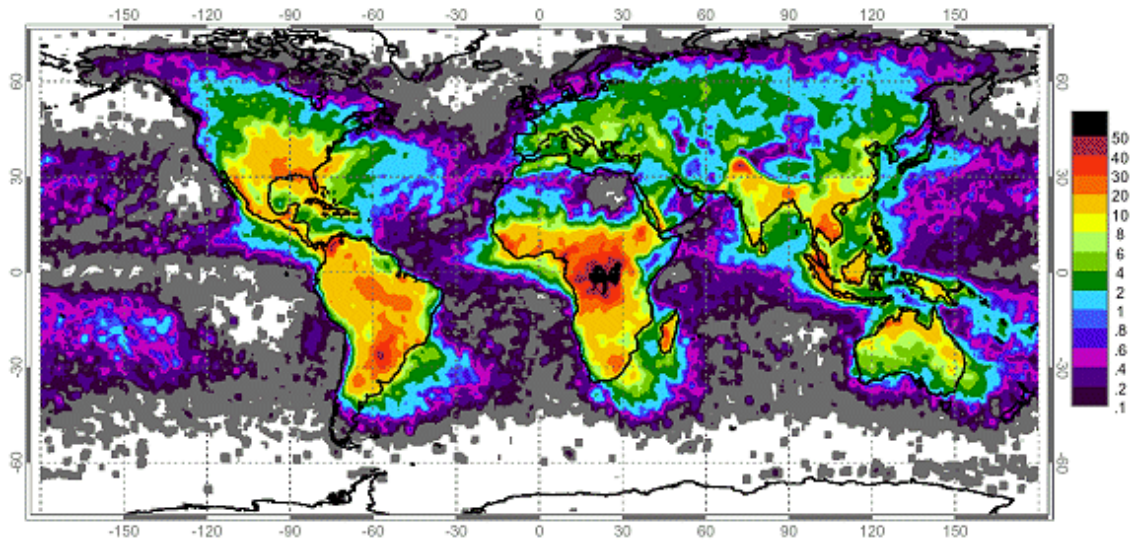


Figura 1: Tomada por el Centro Nacional de Ciencia Espacial y Tecnología de EE.UU. (NSSTC)

Provincias	Estaciones	Roturas en 1 año
Pinar del Río	Cabo de San Antonio	1.5
	Paso Real	2
La Habana	Guines	0.6
Ciudad de la Habana	Casablanca	0
Matanzas	Varadero	3.3
	Jovellanos	1
	Playa Girón	1
Cienfuegos	Aguada	0.3
Villa Clara	Sagua	1
Ciego de Ávila	Camilo Cienfuegos	3
Sancti Spiritus	Sancti Spiritus	1
Camaguey	Camaguey	1
Las Tunas	Puerto Padre	2
Holguín	Cabo Lucrecia	1.5
Granma	Cabo Cruz	0.5
Santiago de Cuba	Contramaestre	1
Guantánamo	Maisí	0.13
Isla de la Juventud	Santa Fé	1
<b>Suma Total</b>	<b>18</b>	<b>21.83</b>

Media de Roturas en 1 año = X

$X = \text{Suma Total de las Roturas} / \text{Total de Estaciones}$

X= 1.21

Figura 2: Cantidad de roturas en un año en cada EM y la Media de Roturas

A raíz de la situación problemática descrita anteriormente, se detectó que el problema radicaba en la falta de un software que conecte directamente las EMA con los CMP, con el fin de que el sistema sea menos dependiente de la intervención del hombre en el proceso de obtención de datos para una mayor eficiencia del mismo. Con esto se proporcionaría un nuevo esquema para la realización de esta tarea.

### **2.3 Descripción de la solución**

Después de estudiadas las deficiencias existentes en el esquema que se utiliza actualmente en la obtención de los datos meteorológicos entre los CMP y las EMA, se llegó a una propuesta de solución que resolvería la mayoría de los problemas detectados, los cuáles son principalmente de conexión.

Se propone un software que cambiará en gran medida el esquema actual. El sistema estará instalado en cada uno de los CMP y en la Sede Central en Casablanca, este será capaz de conectarse a la EMA o a la EM según se establezca. Su función principal será la de recoger los datos recolectados por la EMA o por la EM según corresponda y mantenerlos actualizados. Esto se hace con el fin de que el INSMET pueda solicitar esta información cada vez que se requiera. El sistema a desarrollar es el ARES (Acceso remoto a estaciones). El software presentará varias funcionalidades, ya que tendrá almacenada toda la información actualizada de cada EM o la que obtiene de la EMA directamente. Brindará un reporte en el cual se podrá observar un listado de errores de conexión ocurridos, así como la cantidad de los mismos, y en el caso de no ocurrir ningún error se mostrará el éxito de la descarga. Además de que mostrará cómo va el estado de la comunicación en cada momento.

### **2.3.1 Obtención de los datos meteorológicos**

Antes de describir este proceso se debe decir que la EMA es la encargada de recopilar todos los datos obtenidos con la utilización de sensores. Estos datos a su vez son almacenados en un datalogger, para cuando sean solicitados por la EM o el CMP. Esto es debido a que la obtención de estos datos por el CMP se puede realizar de dos formas.

- A través de la EM

La EM recoge los datos del datalogger cada un minuto con la utilización de un software llamado EVIL y siempre mantendrá una copia actualizada de estos. La conexión de la EM con el datalogger se realiza por medio de un conversor de norma que presenta una interfaz que le permite este proceso. El sistema que se propone obtendría estos datos de la EM a través del protocolo TCP/IP conectándose vía MODEM o utilizando la tarjeta de red.

- Directamente a la EMA

En este caso la aplicación obtendría los datos conectándose directamente al datalogger mediante la utilización de un puerto serie ya sea de forma directa o con un MODEM, evitando los posibles fallos de conexión que puedan existir a la hora de hacer esta operación a través de la EM.

La existencia de estas dos vías de conexión es muy importante ya que se pueden dar varias situaciones. Entre estas tenemos la posibilidad de que ocurran fallos técnicos en la EM como roturas del hardware instalado en la misma o de cualquier otro dispositivo. Otro inconveniente que se puede presentar es la ausencia del personal de la EM, debido a que puede ser evacuado por condiciones meteorológicas adversas, o a negligencias del mismo, entre o otras situaciones. Es decir, que en caso de fallar la conexión a través de la EM, se puede realizar la misma directamente a la EMA. Se tendrá la posibilidad de seleccionar la vía de conexión que se desee.

Aún existen en el país EM que no cuentan con una EMA, por lo que en estos casos la EM obtiene los datos utilizando los instrumentos convencionales y los almacena de forma manual, por lo que para estas EM la única variante que existiría es la de conexión a través de ellas.

### **2.3.2 Reportes y Progreso FTP**

#### ➤ Reportes

Una de las funcionalidades más importantes que presenta ARES es la de emitir reportes relacionados con los errores de conexión ocurridos. Estos reportes están conformados por dos informaciones, referente a los eventos y a los fallos que va presentando en caso de que existan. La información que se brinda sobre los fallos no es más que la cantidad de estos que ha ocurrido, y en los eventos mostrará si la descarga de los datos se realizó con éxito y en caso de ocurrir algún fallo lo que se genera es un listado proporcionando datos útiles sobre cada uno de estos fallos, mostrándose la hora, el día y el tipo de fallo que presentó.

Estos reportes son muy importantes porque permiten conocer en qué momentos ha habido fallos y con qué han estado relacionados para así poder solucionar cualquier problema que se haya presentado en la conexión.

#### ➤ Progreso FTP

Esto no es más que un pequeño reporte que se va dando de forma dinámica y que irá mostrando el estado del proceso de conexión en cada instante. Esto da la ventaja de conocer

si los datos meteorológicos obtenidos están completos. Otra ventaja que brinda es que al detectar el sistema un error de conexión observado en los reportes, el Progreso FTP permitirá conocer hasta dónde se llegó en dicha conexión para tener una información más precisa de dónde está el error. En el caso de que el sistema se conecte a una EMA aquí se podrá observar todos los datos que se obtienen al realizar cada descarga.

### **2.3.3 Ficheros**

ARES cuando se conecta directamente al datalogger que se encuentra en la EMA para obtener la información de las variables meteorológicas como la temperatura, humedad, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, lluvia y otros; obtiene una serie de datos, los cuales se procesan y se guardan en un fichero, el cual es actualizado cada cierto tiempo. En el caso en el cual el sistema se conecta a la EM este obtiene los ficheros y lo que hace es actualizar los anteriores con el mismo nombre. De esta forma en cada CMP se podrá contar con los ficheros actualizados con los datos meteorológicos de cada EM perteneciente a ese CMP.

### **2.3.4 Conexión de la Sede Central**

El ARES será instalado en Casablanca y será capaz de conectarse a los CMP mediante una red TCP/IP para obtener los ficheros con la información de los datos meteorológicas que se requiera. En el caso de ocurrir cualquier tipo de fallo en la conexión, desde la Sede se podrá acceder directamente al datalogger de la EMA y a la EM utilizando la conexión requerida.

Esto es muy importante porque posibilitará que siempre la información con los datos meteorológicos se obtenga con calidad y a la hora precisa para su posterior análisis, en caso de ocurrir cualquier inconveniente en los CMP.

## ***2.4 Solución Propuesta vs. Método Actual***

La solución que se propone tiene como objetivo mejorar el esquema con que se cuenta actualmente, por lo que presenta una serie de ventajas sobre el mismo. A continuación se detallarán estas para que se tenga una visión general de los aspectos en los que será superior el nuevo esquema.



El esquema actual que se utiliza para la obtención de los datos meteorológicos, requiere de la presencia del observador en la EM, presenta una estructura fragmentada y una arquitectura rígida, por cuanto no concibe sino un solo canal de comunicación, esto aumenta las probabilidades de fallo y error humano, siendo el sistema más vulnerable a la influencia, sobre la plataforma de comunicaciones, de factores destructivos como por ejemplo las descargas eléctricas y vientos fuertes. El hecho de que las EM se comportan como cliente y el CMP como servidor hace que el flujo de información sea dependiente de las EM, y en el caso de que el CMP necesite información en un momento determinado de una EM específica, puede darse la situación de que esta, presente problemas de conexión o que el observador no esté presente por situaciones climáticas para proporcionar la información solicitada.

El ARES, brinda la posibilidad de que no siempre se requiere del personal en la EM, esto se hace con el objetivo de que en el caso de que el observador no se encuentre presente no se pierdan los datos meteorológicos.

El sistema brinda cuatro opciones de comunicación:

1. Transferencia ftp por MODEM.
2. Transferencia ftp por red TCP/IP.
3. Comando directo por interfaz RS232.
4. Comando remoto por MODEM-interfaz RS232.

Evitando que la rotura de la PC de la estación, imposibilite la adquisición de datos de la EMA. Estas notables ventajas hacen que el sistema propuesto sea más robusto en las comunicaciones.

Ares propone un esquema más flexible en cuanto a la conexión, ya que se tomará al CMP como estación cliente, a las EM y a las EMA como servidores, posibilitando que los CMP establezcan la prioridad para obtener los datos meteorológicos, así dada una situación puntual por múltiples razones, no se pierdan los datos y se obtengan con la mayor calidad.

Además, el sistema, permitirá su configuración en cascada, lo que significa que el mismo programa, podrá funcionar a diferentes niveles o en conexiones directas o remotas, por ejemplo, el programa podría correr en condiciones de terreno, con una PC conectada al

datalogger; de forma remota desde el CMP o de forma remota directamente desde la Sede Central INSMET.

## 2.5 Modelo de Dominio

La Figura 3 que se muestra a continuación, representa el modelo de dominio del presente trabajo. En un modelo de dominio se identifican conceptos que ayudan a la comprensión y se establecen relaciones entre los mismos.

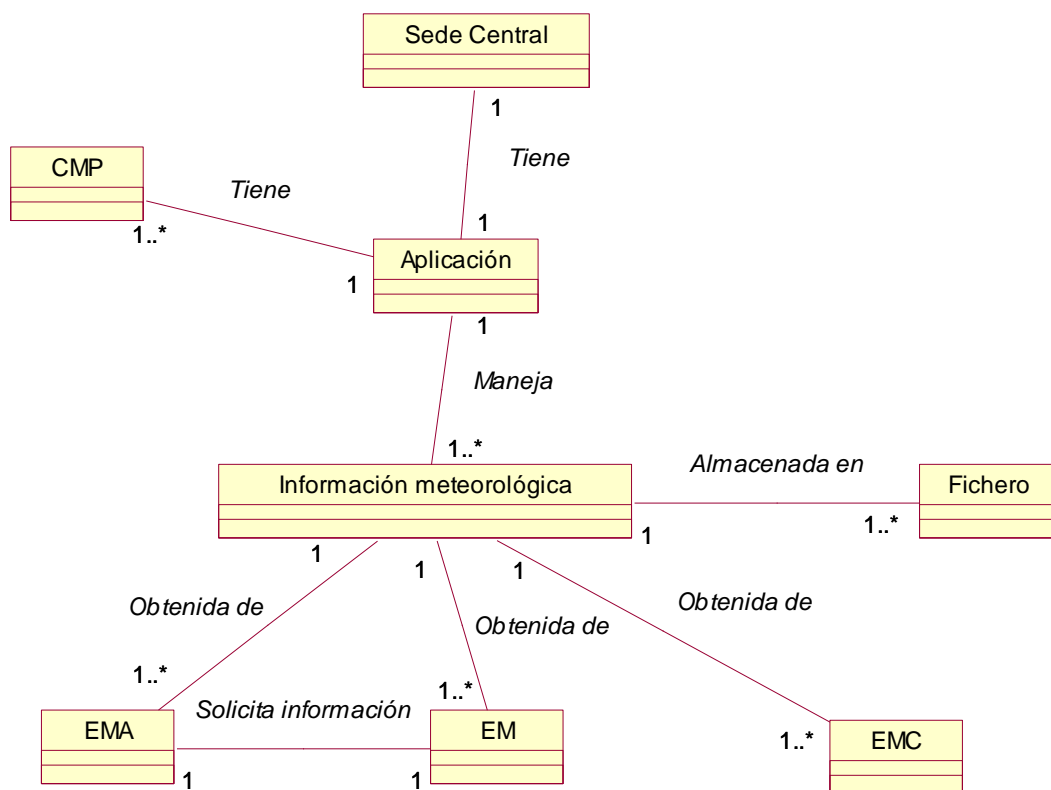


Figura 3: Modelo de Dominio del sistema

Conceptos que ayudan a la comprensión del modelo.

- Sede Central: se encuentra en Casablanca, aquí se realiza un pronóstico del tiempo en Cuba con los datos meteorológicos obtenidos.
- CMP: es el centro meteorológico provincial el cual posee toda la información meteorológica de su territorio.
- Información meteorológica: son todas las variables meteorológicas como temperatura, presión, dirección y velocidad del viento, lluvia etc.
- Fichero: es el fichero que se crea con los datos meteorológicos, existe uno con la información actualizada para cada estación meteorológica.
- EMA: es la estación meteorológica automática que se encuentra a cierta distancia de la estación meteorológica convencional y que permite mediante sensores obtener los datos climatológicos los cuales se almacenan en un datalogger.
- EM: es la estación meteorológica que se encuentra cerca de una EMA, a la cual se conecta y obtiene los datos que se encuentran almacenados en el datalogger.
- EMC: es la estación meteorológica que obtiene los datos mediante instrumentos convencionales.
- Aplicación: es la aplicación que se encuentra en todos los CMP y en la Sede Central y permite la comunicación con las EM, las EMA y las EMC para obtener los datos meteorológicos.

## ***2.6 Requisitos Funcionales***

Los requisitos funcionales que no son más que las capacidades que debe tener el sistema propuesto, posibilitarán en gran medida darle cumplimiento a los objetivos planteados en este trabajo. Estas características son válidas, tanto para las acciones que ejecuta el usuario, como para las que debe realizar el software internamente. Estos se enumeran a continuación:

R1. Gestionar datos de la estación.

R1.1. Insertar datos de la estación.

R1.2. Modificar datos de la estación.

R1.3. Eliminar datos de la estación.

- R2. Generar fichero con datos.
- R3. Actualizar fichero con datos meteorológicos.
- R4. Realizar reporte de estado.
  - R4.1. Mostrar cantidad de fallos.
  - R4.2. Mostrar eventos.
- R5. Mostrar estado de descarga.
- R6. Capturar datos de la EMA.
- R7. Capturar datos de la EM-EMC.
- R8. Gestionar archivo.
  - R8.1. Insertar archivo.
  - R8.2. Modificar archivo.
- R9. Crear Carpeta de Destino.

## ***2.7 Requisitos No Funcionales***

- Usabilidad: Los usuarios del sistema serán los observadores que se encuentran operando actualmente.
- Soporte: Inicialmente debe ser compatible con la plataforma Windows, pero no se descarta la posibilidad de poder migrar hacia otros sistemas operativos realizando pequeñas y rápidas modificaciones.
- Software: Sistema operativo Windows 95 o posterior.

- Hardware: Se requiere disponer de un procesador 486DX a 33 MHz con 8 megabytes (MB) de memoria ram o superior y un MODEM estándar o una red o un puerto serie.
- Diseño e implementación: Debe utilizar transparentemente la biblioteca proveídas por el fabricante de la Borland y las API de Windows. Se harán llamadas a esta biblioteca desde Lenguaje C++. Se regirá por la filosofía de Programación Orientada a Objetos.

## **2.8 Especificación de Casos de Uso**

En este epígrafe se especifican los casos de uso del sistema obtenidos a partir de los requisitos funcionales. Se describe de forma detallada cada caso de uso. En el Diagrama de Caso de Uso del sistema que se muestra en la Figura 4 se puede observar por las características de este sistema, que existe un solo actor el cual sería el observador. Estos casos de uso representan la base para el posterior diseño del sistema.

CU - 1	Inicializar Datos
Actor	Observador
Descripción	El observador especifica todos los datos necesarios para comenzar la conexión.
Referencia	R1,R9

Tabla 1: Caso de Uso Inicializar Datos

CU - 2	Actualizar Datos
Actor	Observador
Descripción	El observador inicia la conexión y el sistema actualiza los datos meteorológicos en un fichero como resultado final. Además, durante este proceso va mostrando el progreso y estado de la misma.
Referencia	R2,R3,R4,R5

Tabla 2: Caso de Uso Actualizar Datos

CU - 3	Actualizar Datos de la EM EMC
Actor	Observador
Descripción	Al establecerse la conexión el sistema captura los datos almacenados en las estaciones en un formato determinado y posteriormente se actualizan con dichos datos los que se encuentran en el CMP.
Referencia	R7,R8

Tabla 3: Caso de Uso Actualizar Datos de la EM EMC

CU - 4	Actualizar Datos de la EMA
Actor	Observador
Descripción	Al establecerse la conexión el sistema captura los datos almacenados en el Datalogger de la EMA y genera un fichero con estos datos.
Referencia	R6

Tabla 4: Caso de Uso Actualizar Datos de la EMA

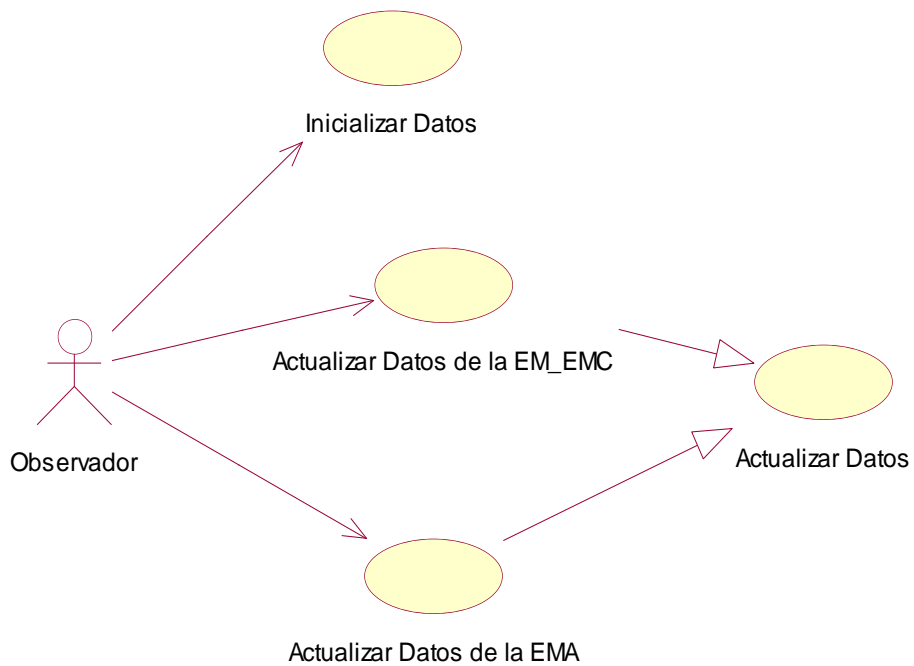


Figura 4: Modelo de Caso de Uso del Sistema

Como se puede ver en la figura anterior los casos de uso Actualizar Datos de la EM EMC y Actualizar Datos de la EMA son especializaciones del caso de uso Actualizar Datos. Esto es debido a que el proceso de conexión y captura de los datos se realiza en ambos casos pero la forma en la cual son capturados los datos es completamente diferente, de ahí la necesidad de en este momento separar el proceso en dos casos de uso independientes.

## 2.9 Expansión de los Casos de Uso

Caso de Uso:	Inicializar Datos
Actor:	Observador
Propósito:	Introducir los datos
Resumen:	El observador introduce los datos necesarios para comenzar la conexión.
Referencias:	R1,R9
Poscondiciones:	Quedan cargados todos los datos para comenzar la conexión.
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del sistema:</b>
1. El observador necesita inserta, modificar y eliminar los datos de una estación.	1.1 El sistema ejecuta alguna de las siguientes acciones: a) Si decide introducir los datos inicialmente, ir a la sección Insertar estación. b) Si decide modificar los datos, ir a la sección Modificar datos. c) Si decide eliminar los datos, ir a la sección Eliminar estación.
<b>Sección "Insertar estación "</b>	
<b>ACCIÓN DEL ACTOR</b>	<b>Respuesta del sistema:</b>
<b>2. EL OBSERVADOR INTRODUCE LOS DATOS QUE SERÁN GUARDADOS EN UN FICHERO LLAMADO PREFERENCIA.</b>	2.1 El sistema verifica que los campos Estación, Acceso, Usuario, Contraseña, Intervalo estén llenos. 2.2 Se verifica que exista un fichero con preferencias. 2.3 Se guarda en el fichero los datos de cada estación. 2.4 Se muestra un mensaje informando al observador que sus preferencias han sido guardadas y finaliza el caso de uso.



<b>CURSOS ALTERNATIVOS</b>	
<b>ACCIÓN 2</b>	<p>2.1 Se muestra un mensaje para que llene los campos obligatorios.</p> <p>2.2 Si no existe se crea el fichero y la Carpeta de Destino para guardar los datos obtenidos ya sea de la EM, EMC o directamente de la EMA.</p>
<b>SECCIÓN “MODIFICAR DATOS”</b>	
<b>ACCIÓN DEL ACTOR</b>	<b>Respuesta del sistema:</b>
<b>2. EL OBSERVADOR SELECCIONA LA ESTACIÓN A LA CUAL VA A MODIFICAR.</b>	2.1 El sistema brinda la posibilidad de modificar los datos.
3. El observador realiza las actualizaciones deseadas.	<p>3.1 Se verifica que los campos obligatorios estén llenos.</p> <p>3.2 Se actualiza la información y finaliza el caso de uso.</p>
<b>Cursos alternativos</b>	
<b>Acción 2</b>	3.1 Se emite un mensaje para que llene los campos obligatorios.
<b>Sección “Eliminar estación”</b>	

<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del sistema:</b>
2. El observador selecciona la estación que va a eliminar.	2.1 El sistema elimina la estación.
<b>Prioridad :</b>	Crítico

Tabla 5: Expansión del Caso de Uso Inicializar Datos

Caso de Uso:	Actualizar Datos
Actor:	Observador
Propósito:	Guardar o generar ficheros con las variables meteorológicas actualizadas.
Resumen:	Capturar los datos meteorológicos para generar o guardar un fichero actualizado con los mismos. Durante este proceso se muestra el progreso y estado de la conexión.
Referencias:	R2,R3,R4,R5
Precondiciones:	Debe haber al menos una conexión cargada en el sistema.
Poscondiciones:	Se actualiza o se genera un fichero con los nuevos datos meteorológicos capturados.
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del sistema:</b>

<p>1. El Observador indica iniciar el proceso de conexión.</p>	<p>1.1 El sistema verifica que es el momento de iniciarse una conexión.</p> <p>1.2 EL sistema utiliza la hora en que se conectó por última vez, la hora actual, y el intervalo de tiempo cada el cual se debe conectar.</p> <p>1.3 Se verifica qué tipo de comunicación tiene la Conexión que se está realizando.</p> <p style="padding-left: 40px;">a) Si la conexión es a la EM o a la EMC, ver caso de uso Actualizar Datos de la EM_EMCC.</p> <p style="padding-left: 40px;">b) Si la conexión es a la EMA, ver caso de uso Actualizar Datos de la EMA.</p>
<p><b>CURSOS ALTERNATIVOS</b></p>	
<p><b>ACCIÓN 2:</b></p>	<p>1.1 Si no existe ningún dato para la conexión, el sistema muestra un aviso para establecer las preferencias.</p> <p>1.2 Si no es el momento de comenzar esa conexión, se pasa a la siguiente estación en la lista.</p> <p>1.3 En caso de haber algún error en la conexión se continúa con la lista de conexiones que les corresponde en ese horario, volviendo siempre a la que falló, este proceso se realizará en tres ocasiones. Sin en estos tres intentos no se logra realizar la conexión pues esta conexión debe esperar a que le corresponda nuevamente por el horario.</p>
<p><b>PRIORIDAD:</b></p>	<p>Crítico</p>

Tabla 6: Expansión del Caso de Uso Actualizar Datos

Caso de Uso:	Actualizar Datos de la EM EMC
Actor:	Observador
Propósito:	Guardar ficheros con los datos meteorológicos actualizados.
Resumen:	Capturar los datos meteorológicos para guardar los ficheros actualizados con los mismos y reemplazar los anteriores. Durante este proceso se muestra el progreso y estado de la conexión.
Referencias:	R7,R8
Precondiciones:	Debe haber al menos una conexión cargada en el sistema.
Poscondiciones:	Se actualiza los ficheros con los datos meteorológicos.
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del sistema:</b>
1. El Observador indica iniciar el proceso de conexión usando el protocolo TCP/IP por MODEM o por red.	<p>1.1 El sistema puede conectarse a la EM o a la EMC por alguna de las siguientes vías usando el protocolo TCP/IP.</p> <p>a) Si la conexión es usando tarjeta de red, ir a la sección Conexión por RED.</p> <p>b) Si la conexión es por MODEM, ir a la sección Conexión por MODEM.</p> <p>1.2 El sistema hace una copia exacta de todas las carpetas que se encuentran en la carpeta Hora que va a estar definida en cada estación.</p> <p>1.3 El sistema copia todos los archivos con los datos meteorológicos que contienen cada una de las carpetas anteriores.</p> <p>1.4 Se actualizan los ficheros que existían anteriormente en la carpeta de destino.</p>

<b>Sección “Conexión por RED”</b>	
<b>ACCIÓN DEL ACTOR</b>	<b>Respuesta del sistema:</b>
<b>2. EL OBSERVADOR INDICA QUE EL PROCESO DE CONEXIÓN ES POR RED.</b>	<p>2.1 El sistema verifica que el IP de la PC a la cual se va a conectar existe.</p> <p>2.2 Se comprueba que el usuario y la contraseña son correctos para acceder a la PC.</p> <p>2.3 Se verifica el puerto de comunicación.</p> <p>2.4 Se establece la conexión.</p>
<b>SECCIÓN “CONEXIÓN POR MODEM”</b>	
<b>ACCIÓN DEL ACTOR</b>	<b>Respuesta del sistema:</b>
<b>3. EL OBSERVADOR INDICA QUE EL PROCESO DE CONEXIÓN ES POR MODEM.</b>	<p>3.1 El sistema verifica el número de teléfono.</p> <p>3.2 Se comprueba que el usuario y la contraseña son correctos para acceder a la PC.</p> <p>3.3 Se establece la conexión.</p> <p>3.4 Se informa que comenzará el proceso de descarga de los datos en un minuto.</p> <p>3.5 Entre el MODEM que esta del lado del cliente y el que se encuentra del lado del servidor se establecen números de IP para realizar la transferencia de FTP.</p>
<b>PRIORIDAD :</b>	<b>Crítico</b>

Tabla 7: Expansión del Caso de Uso Actualizar Datos de la EM EMC

Caso de Uso:	Actualizar Datos de la EMA
Actor:	Observador
Propósito:	Generar un fichero con los datos meteorológicos actualizados.
Resumen:	Capturar los datos meteorológicos para generar un fichero actualizado con los mismos. Durante este proceso se muestra el progreso y estado de la conexión.
Referencias:	R6
Precondiciones:	Debe haber al menos una conexión cargada en el sistema.
Poscondiciones:	Se genera un fichero con los datos meteorológicos.
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
1. El Observador indica iniciar el proceso de conexión ya sea por Puerto Serie de forma directa o por MODEM con una interfaz.	<p>1.1 El sistema puede conectarse a la EMA por alguna de las siguientes vías.</p> <p>a) Si la conexión es por MODEM con una interfaz, ir a la sección Conexión por MODEM_Interfaz.</p> <p>b) Si la conexión es por puerto serie, ir a la sección Conexión por Puerto_Serie.</p> <p>1.2 El sistema obtiene los datos meteorológicos.</p> <p>1.3 El sistema genera un fichero con dichos datos.</p>
<b>Sección “Conexión por MODEM _Interfaz”</b>	
ACCIÓN DEL ACTOR	<b>Respuesta del sistema</b>

<p><b>2. EL OBSERVADOR INDICA INICIAR EL PROCESO DE CONEXIÓN POR MODEM UTILIZANDO COMANDOS AT.</b></p>	<p>2.1 El sistema a través del MODEM marca el número telefónico.  2.2 El sistema se conecta remoto con el datalogger.  2.3 El sistema envía comandos específicos para cada datalogger a través del MODEM.  2.4 El sistema recibe la respuesta del datalogger.</p>
<p>CURSOS ALTERNATIVOS</p>	
<p><b>ACCIÓN 2</b></p>	<p>2.2 En caso de no poder conectarse el sistema enviará un mensaje indicando que la conexión fallo, sino mandara un mensaje ok.</p>
<p>SECCIÓN “CONEXIÓN POR PUERTO_SERIE”</p>	
<p>ACCIÓN DEL ACTOR</p>	<p><b>Respuesta del sistema</b></p>
<p><b>3. EL OBSERVADOR INDICA INICIAR EL PROCESO DE CONEXIÓN POR PUERTO SERIE.</b></p>	<p>3.1 El sistema se conecta remoto con el datalogger.  3.2 El sistema envía comandos específicos para cada datalogger.  3.3 El sistema recibe la respuesta del datalogger.</p>
<p>CURSOS ALTERNATIVOS</p>	
<p><b>ACCIÓN 3</b></p> <p><b>PRIORIDAD:</b></p>	<p>3.1 En caso de no poder conectarse el sistema enviará un mensaje indicando que la conexión fallo, sino mandará un mensaje ok.</p> <p>Crítico</p>

Tabla 8: Expansión del Caso de Uso Actualizar Datos de la EMA

## **2.10 Conclusiones**

En este capítulo se hizo una descripción detallada sobre la propuesta de solución que se plantea en este trabajo, para darle cumplimiento al objetivo planteado. Se realizó un análisis de las probabilidades de ocurrir roturas en los dispositivos que permiten la conexión con la EMA para obtener la información. Se explicó cómo se realiza el proceso de conexión para la obtención de los datos meteorológicos. Se menciona la forma en la cual el sistema guarda los datos meteorológicos utilizando ficheros. Se enumeran los requisitos funcionales y los no funcionales, así como una explicación detallada de cada caso de uso que satisfacen a los requisitos funcionales.

Se realizó una comparación del esquema que se emplea actualmente para la obtención de los datos meteorológicos con el esquema que se propone, dando una visión lo más clara posible de las ventajas que proporciona este sistema.



## Capítulo 3

### 3.1 Introducción

En este capítulo se presenta un diseño lo más legible posible para su posterior programación. Esto se logró después de un minucioso análisis. Se diseñó una interfaz amigable y sin muchas complicaciones para evitar que el observador tuviese problemas en el momento de realizar cualquier cambio a la hora de establecer una conexión determinada. También se tuvo presente la posibilidad de realizar cambios en el sistema para lograr una mayor eficiencia, debido a que el mismo es solo una primera versión.

### 3.2 Diagramas de clases

Los diagrama de clases que componen el sistema, ayudan en gran medida a la comprensión del sistema, lo que lo hace un elemento fundamental dentro del desarrollo de un proyecto. Los diagramas de clases muestran todas las clases con sus atributos y métodos, y las relaciones que existen entre estas.

El sistema se desarrolla basándose en una arquitectura en capas. Este se compone de diferentes paquetes, el de Presentación, el Lógico, el paquete de CBuilder y un paquete para cada librería externa que se utiliza, estas son la RASAPI32, la Kernel32 y la Winmm. El paquete de Presentación contiene las clases relacionadas con la interfaz. En el paquete Lógico se encuentran las clases que ejecutan todas las funciones que posibilitan que el sistema cumpla con su objetivo. El paquete CBuilder contiene los componentes más importantes de la herramienta Keys utilizada.

#### 3.2.1 Diagrama de clases del paquete Presentación

En la Figura 5 que se muestra a continuación se puede ver el diagrama de clases del paquete Presentación, el cuál como ya se mencionó anteriormente está relacionado con todo lo referente a interfaz. En este diagrama se pueden observar dos clases interfaz que muestra el sistema, la CI\_Preferencia y la CI\_Actualizar, aunque también se adicionan al diagrama las clases TTimer y la TNMFTP que se encuentran dentro del paquete CBuilder, esto se realizó para un mejor entendimiento del diagrama, debido a que estas clases están estrechamente

relacionadas con la clase interfaz del paquete Presentación.

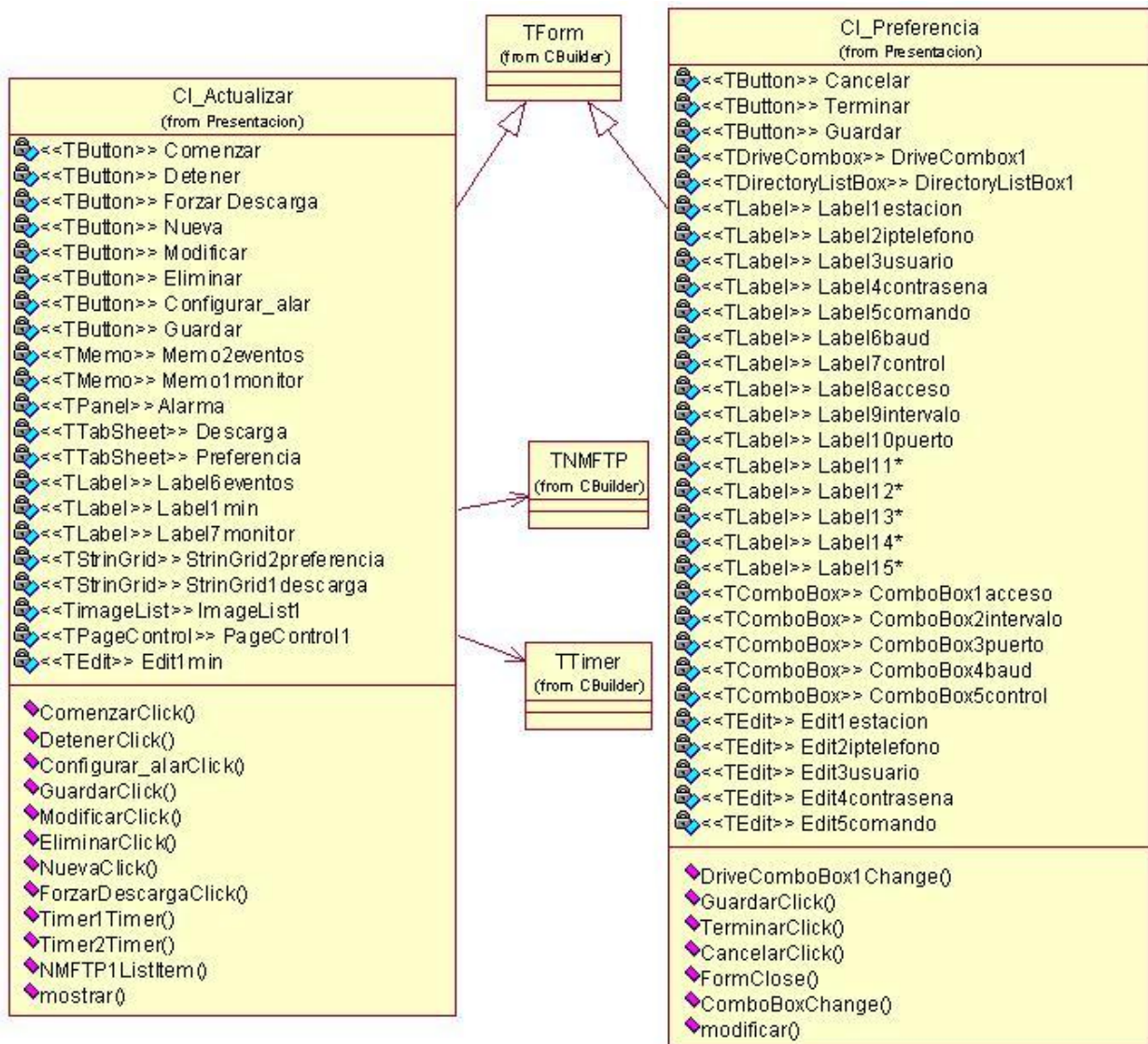


Figura 5: Diagrama de clases del paquete Presentación.

### 3.2.2 Diagrama de clases del paquete Lógico.

Este paquete contiene las clases que ejecutan las funcionalidades del sistema, es muy importante destacar que el mismo es fundamental debido a que contiene dos clases controladoras, la CC\_Preferencia y la CC\_Actual en la cuales se llevan a cabo todas las operaciones. Independientemente de que el paquete Lógico es vital, este no tendría sentido de no existir los otros paquetes mencionados anteriormente. En la Figura 6 se puede ver el Diagrama de clases del paquete Lógico.

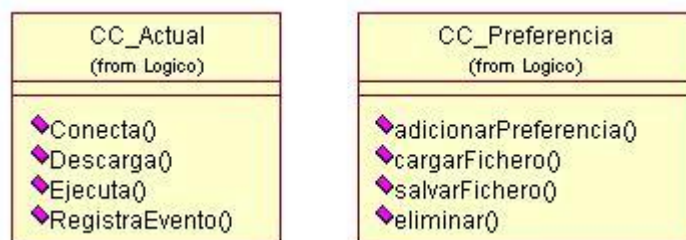


Figura 6: Diagrama de clases del paquete Lógico

### 3.2.3 Diagrama de clases del paquete de CBuilder.

El paquete CBuilder está compuesto por varios componentes, pero los más importantes son el TForm, el TTimer y el TNMFTP, debido a que sirven de soporte para llevar a cabo operaciones que contribuyen al cumplimiento de las principales funcionalidades del sistema. El TForm se utiliza para mostrar la interfaz visual, el TTimer se encarga de chequear la hora para conectarse y el TNMFTP para realizar la transferencia FTP. En la Figura 7 se puede ver el Diagrama de clases del paquete CBuilder.

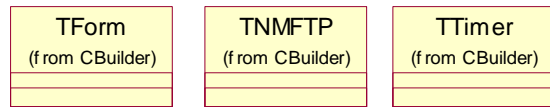


Figura 7: Diagrama de clases del paquete CBuilder.

### 3.2.4 Paquete RASAPI32

El paquete RASAPI32 es el que permite la conexión vía teléfono. Esta librería posibilita que a través de MODEM el sistema se conecte y obtenga los datos por lo que resulta ser un componente fundamental dentro del mismo. En este paquete se representa la estructura RASDIALPARAMS la cual es la encargada de establecer los parámetros de conexión, también se representa la función RASDIAL, la RasHangUP, la RasGetProjectionInfo y la RasGetErrorString que son las utilizadas por el sistema.

### 3.2.5 Paquete Kernel32

El paquete Kernel32 es el se utiliza para establecer comunicación por puerto serie, esto es en el caso de obtener los datos directamente de la EMA. En este paquete se representan las funciones que se utilizan como la Createfile que se emplea para acceder a cualquier puerto serie de comunicación, la GetCommState que se encarga de guardar los parámetros en una estructura de tipo DCB y la SetCommState que permite cambiar los parámetros de esta estructura.

### 3.2.6 Paquete Winmm

El paquete Winmm realiza una pequeña función dentro del sistema, pero este continúa siendo un elemento útil dentro del mismo. En este paquete se utiliza la función PlaySound la cual carga un archivo y lo reproduce para avisar que el sistema se conectará a la EM cuando falta tan

solo un minuto para comenzar la descarga de los datos; esto evita que se produzca un fallo de la conexión por mantenerse ocupado el teléfono en la estación.

### 3.3 Diagrama de Paquetes

Este diagrama brinda una visión global de cómo funciona todo el sistema. Aquí se pueden ver las relaciones entre todos los paquetes, lo que da una idea general de la forma en que interactúan los diferentes paquetes. El paquete fundamental es el Lógico porque implementa todas las funcionalidades del sistema, aunque esto no quiere decir que los otros no son importantes ya que cumplen funciones imprescindibles. La relación de todos ellos es lo que da como resultado un sistema capaz de cumplir con las funcionalidades requeridas. En la Figura 9 se muestra el Diagrama de paquetes del sistema.

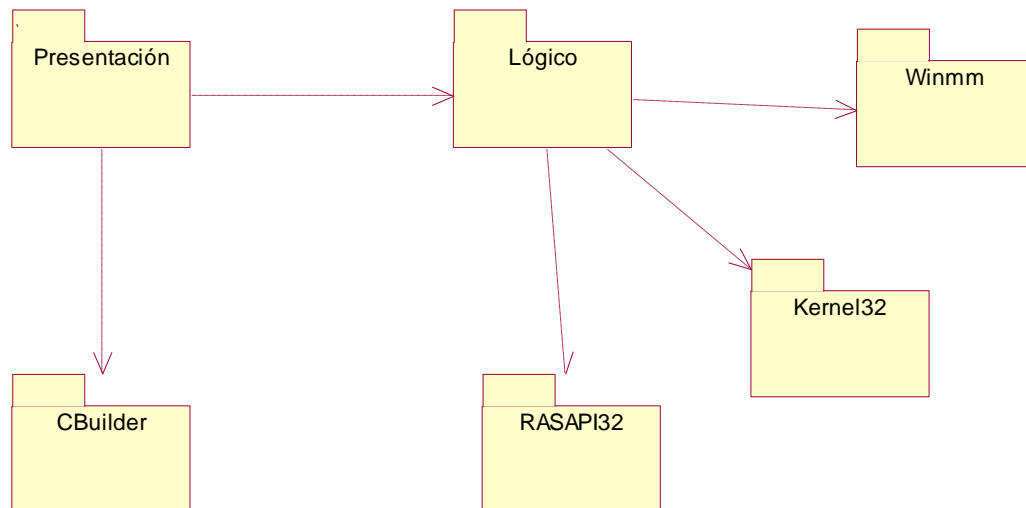


Figura 8: Diagrama de paquetes del sistema

A continuación se explicarán detalladamente cada una de las clases para comprender la función que cumple cada una de estas dentro del sistema.

### 3.4 Descripción de las clases

Nombre: CI_Preferencia	
Tipo de clase: interfaz	
Atributo	Tipo
1. Cancelar	TButton
2. Terminar	TButton
3. Guardar	TButton
4. Edit1estacion	TEdit
5. Edit2iptelefono	TEdit
6. Edit3usuario	TEdit
7. Edit4contrasena	TEdit
8. Edit5comando	TEdit
9. ComboBox1acceso	TComboBox
10. ComboBox2intervalo	TComboBox
11. ComboBox3puerto	TComboBox
12. ComboBox4baud	TComboBox
13. ComboBox5control	TComboBox
14. Label1estacion	TLabel
15. Label2iptelefono	TLabel
16. Label3usuario	TLabel
17. Label4contrasena	TLabel

18. Label5comando	TLabel
19. Label6baud	TLabel
20. Label7control	TLabel
21. Label8acceso	TLabel
22. Label9intervalo	TLabel
23. Label10puerto	TLabel
24. Label11*	TLabel
25. Label12*	TLabel
26. Label13*	TLabel
27. Label14*	TLabel
28. Label15*	TLabel
29. DirectoryListBox1	TDirectoryListBox
30. DriveComboBox1	TDriveCombobox
Para cada operación:	
Nombre:	Descripción:
1. DriveCombobox1Change ()	Permite cambiar el directorio.
2.CancelarClick()	Limpia todos los campos de esa interfaz.
3.guardarClick()	Aumento el numero de filas en los dos StringGrid de la interfaz actualizar. Crea la carpeta estaciones donde se guardaran los datos de la descarga. Muestro un mensaje si los campos obligatorios están vacíos. Llama al

	método adicionarPreferencia de la clase CC_Preferencia y al método mostrar de la clase CI_Actualizar. Muestra el mensaje indicando que las preferencias han sido guardadas y limpia los campos.
4.TerminarClick()	Cierra la interfaz de preferencia y muestra la interfaz de actualizar.
5. ComboBoxChange()	Si el texto seleccionado es TCP/IP o MODEM deshabilito los Edit5,6 y 7 y el ComboBox3 .
6. FormClose()	Cierra la forma.
7.Modificar(stPreferencia P)	Guarda en la estructura todos los campos de la estación modificada.

Tabla 9: Descripción de la clase CI\_Preferencia

Nombre: CC_Preferencia	
Tipo de clase: controladora	
Atributo	Tipo
-	-
Para cada operación:	
Nombre:	Descripción:
1.adicionarPreferencia(stPreferencia st)	Inserta las preferencias en el fichero Ares.text.



2. cargarFichero()	Carga el fichero y lo lee.
3. salvarFichero()	Borra el fichero que había antes, y salva uno nuevo con los datos anteriores.
4.eliminar(int pos)	Elimina lo que tenga en esa posición en el fichero.

Tabla 10: Descripción de la clase CC\_Preferencia

Nombre: CI_Actualizar	
Tipo de clase: interfaz	
Atributo	Tipo
1. Comenzar	TButton
2. Detener	TButton
3. Forzar Descarga	TButton
4. Nueva	TButton
5. Modificar	TButton
6. Eliminar	TButton
7. Configurar_alar	TButton
8. Guardar	TButton
9. Memo2eventos	TMemo
10. Memo1monitor	TMemo
11. Alarma	TPanel

12. Descarga	TTabSheet
13. Preferencia	TTabSheet
14. Label6eventos	TLabel
15. Label7monitor	TLabel
16. Label1min	TLabel
17. StringGrid2preferencia	T StringGrid
18. StringGrid1descarga	T StringGrid
19. ImageList1	TImageList
20. PageControl1	TPageControl
21. Edit1min	TEdit
Para cada operación:	
Nombre:	Descripción:
1.ComenzarClick()	Verifica que existan preferencias, sino muestra un mensaje indicando que debe introducir las preferencias, activa los timer y llama el método ejecuta de la clase controladora CC_Actual.
2.DetenerClick()	Envía un mensaje indicando que la descarga ha sido detenida por el usuario, deshabilita los timer y averigua si la conexión remota esta activa y la desconecta y cuelga la conexión telefónica.
3.ForzarDescargaclick()	Llama al método ejecuta de la clase controladora CC_Actual y habilita los timer

4.NuevaClick()	Deshabilita la Interfaz de descarga y habilita la interfaz de preferencia para poder insertar las nuevas estaciones.
5.ModificarClick()	Una vez marcada la estación que se desea modificar el sistema deshabilita la interfaz de descarga y muestra en la interfaz de preferencia todos los campos de dicha estación, llama al método modificar de la clase CI_Preferencia y luego elimina la estación que se seleccionó.
6.EliminarClick()	Llama al método eliminar de la clase CC_Preferencia, al método mostrar que hay implementado en es clase y luego salva el fichero invocando al método salvarFichero de la clase CC_Preferencia.
7.Configurar_alarClick()	Muestra el panel donde se podrá configurar el minuto en que el usuario desea escuchar el aviso.
8.GuardarClick()	Esconde el panel de configurar el minuto de aviso.
9. mostrar()	Muestra en la interfaz CI_Actualizar los campos Estación, Acceso, IP/Teléfono, Usuario y Contraseña guardados en el archivo de preferencias, después de cargadas todas las preferencias elimina todas las filas que queden en blanco.
10. Timer1Timer	Se muestra un mensaje indicando que la conexión va a comenzar y un minuto

	antes de llamar al método conecta de la clase controladora CC_Actual carga un archivo de sonido que avisa que se va a llamar a las estaciones para que los teléfonos que están ocupados se desocupen si no se puede conectar muestra un mensaje con el tipo de error que hubo en la conexión y la hora
11. Timer2Timer	Carga la lista de imágenes y las va mostrando regidas por un tiempo.
12.NMFTP1ListItem(AnsiString Listing)	Muestra en la interfaz CI_Actualizar el progreso de la descarga por FTP.

Tabla 11: Descripción de la clase CI\_Actualizar

Nombre: CC_Actual	
Tipo de clase: controladora	
Atributo	Tipo
-	-
Para cada operación:	
Nombre:	Descripción:
1.Conecta(AnsiString Tel, AnsiString UsrID, AnsiString PsswrD)	Declara variables que son necesarias para un conexión telefónica, se llama a RasDial para marcar un numero y conectar, se realizan operaciones de acceso remoto sobre un componente

	<p>protocolo de acceso remoto y luego terminado el proceso deshabilita la conexión.</p>
<p>2.Descarga(AnsiString SrvrIP, AnsiString Estcn, AnsiString UsrID, AnsiString PsswrD, AnsiString CrpDst)</p>	<p>Muestra un mensaje indicando que se esta conectando al servidor declare parámetros necesarios para la descarga FTP si no se puede conectar con el servidor muestra un mensaje "Imposible conectar con Servidor" si se conecta lista todas las carpetas que halla en la PC a la que esta conectada luego se mueve por cada una de esas carpetas y se listan los archivos y uno a uno se descargan y finaliza desconectando la descarga FTP.</p>
<p>3.RegistraEvento(AnsiString Descripcion, String Filename)</p>	<p>Crea un archivo donde se va a guardar todos los datos que se muestren en el monitor y donde se guardara también los datos que se descarguen a la hora de conectarse directamente a una EMA.</p>
<p>4.Ejecuta(bool fdescarga, struct time t, String carpeta)</p>	<p>Obtiene la hora del sistema y la compara con la hora de descarga si es la hora averigua si es una IP y llama al método descarga de la esa misma clase y si es un teléfono llama al método conecta y luego al método descarga de esa clase, en caso de que la descarga falle por algún motivo el hace el intento 3 veces y al finalizar cuelga la</p>

	conexión.
--	-----------

Tabla 12: Descripción de la clase CC\_Actual

Para la descripción de las clases que siguen a continuación no fue necesario realizar una tabla tan detallada como para las anteriores, debido a que estos son componentes del paquete CBuilder que tienen sus funcionalidades bien definidas.

### **TTimer**

El TTimer es un componente de una vital importancia dentro del paquete CBuilder que permite el buen funcionamiento del sistema. Es quien le posibilita al sistema controlar el tiempo para comenzar a conectarse ya sea a la EM o a una EMA y descargar los datos. El TTimer se encuentra siempre presente y es el que regula todos los procesos de conexión que realiza el sistema permitiendo la sincronización del mismo.

### **TNMFTP**

El TNMFTP es el componente Keys que posibilita realizar la transferencia FTP, como bien se dijo anteriormente. El sistema utiliza los métodos y propiedades que le permiten después de tener la red creada obtener la información por transferencia FTP. Este componente se utiliza para cada comunicación que existe entre el CMP y la EM, donde para cada conexión que se quiere realizar, este primero desconecta en el caso de que exista alguna conexión y luego continúa con el proceso. El TNMFTP posibilita que después de tener la conexión creada el sistema liste los archivos y uno a uno se descargan.

En el presente epígrafe se explicaron cada una de las clases que componen un sistema, haciendo un breve resumen de las funcionalidades que brinda cada uno de los métodos que contienen, además de para qué se emplean cada uno de sus atributos, entre los cuales se puede señalar que en el caso de conectarse a una EMA utilizando puerto serie se requiere de llenar los campos de Comando, Puerto, Control y Baud. El buen entendimiento de todo esto es un factor fundamental para el posterior desarrollo del sistema.

### **3.5 Estilos de Codificación**

En la implementación de un sistema se establece un estándar de codificación, el cual se emplea para hacer más legible el código del mismo, además de proporcionar a futuros programadores un mejor entendimiento del mismo. En el caso particular de este sistema se utilizó un estilo propio, siempre manteniendo el margen de estilo de codificación que se utiliza en el lenguaje C++. La aplicación presenta dos clases interfaz y dos controladoras. Las clases interfaz están declaradas como CI\_ (**nombre de la clase**) y las controladoras CC\_ (**nombre de la clase**). Las variables y los métodos declarados se definieron en idioma español. Para realizar los comentarios se utiliza // y seguidamente se realiza el mismo. Para separar los métodos se utilizó //----- (lo que hace el método) ----, además de tener presente que los nombres de los mismos tienen relación con la función que realizan. Los inicios ({} y cierre ({} de ámbito se encuentran alineados debajo de la declaración a la que pertenecen. Se usa una línea propia para {. Los signos lógicos y de operación se separan por un espacio antes y después de los mismos. Las variables locales son inicializadas en el momento de su declaración.

### **3.6 Diagramas de secuencia**

En este epígrafe se muestran los diagramas de secuencia, además de que se explica el flujo de sucesos de cada uno de ellos para un mayor entendimiento de los mismos. El diagrama de secuencia muestra cómo interactúa el usuario con el sistema y cómo interactúan todos los objetos de este entre sí.

### 3.6.1 Insertar estación

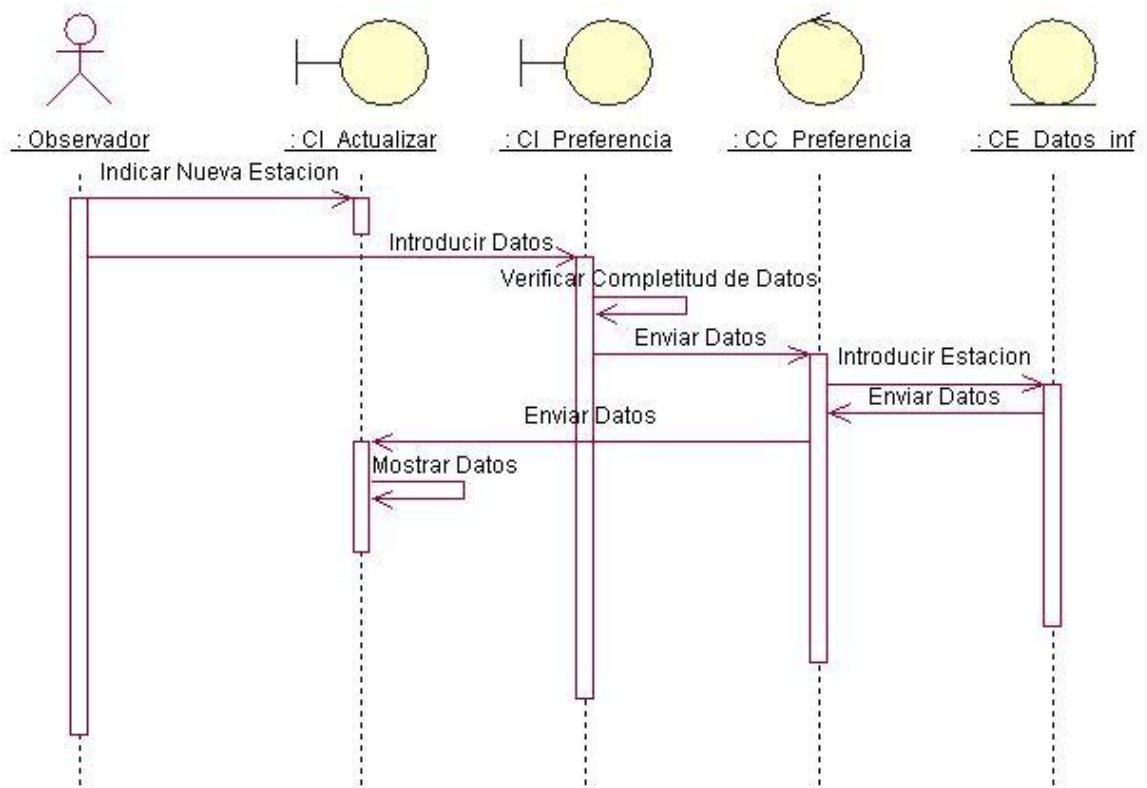


Figura 9: Diagrama de secuencia del escenario Insertar estación

#### Flujo de sucesos

En este diagrama se puede observar un escenario del caso de uso Inicializar Datos. Primeramente se puede ver cómo este caso de uso es iniciado por el observador que indica en la interfaz CI\_Actualizar que desea introducir una nueva estación. Luego a través de la clase interfaz CI\_Preferencia introduce los datos de la estación y se verifica que los campos obligatorios estén correctamente, dicha clase invoca al método adicionarPreferencia de la clase controladora CC\_Preferencia, donde en un fichero ya creado guarda todos los datos de las preferencias introducidos por el observador, los cuales son mostrados automáticamente en la interfaz CI\_Actualizar.



### 3.6.2 Modificar datos

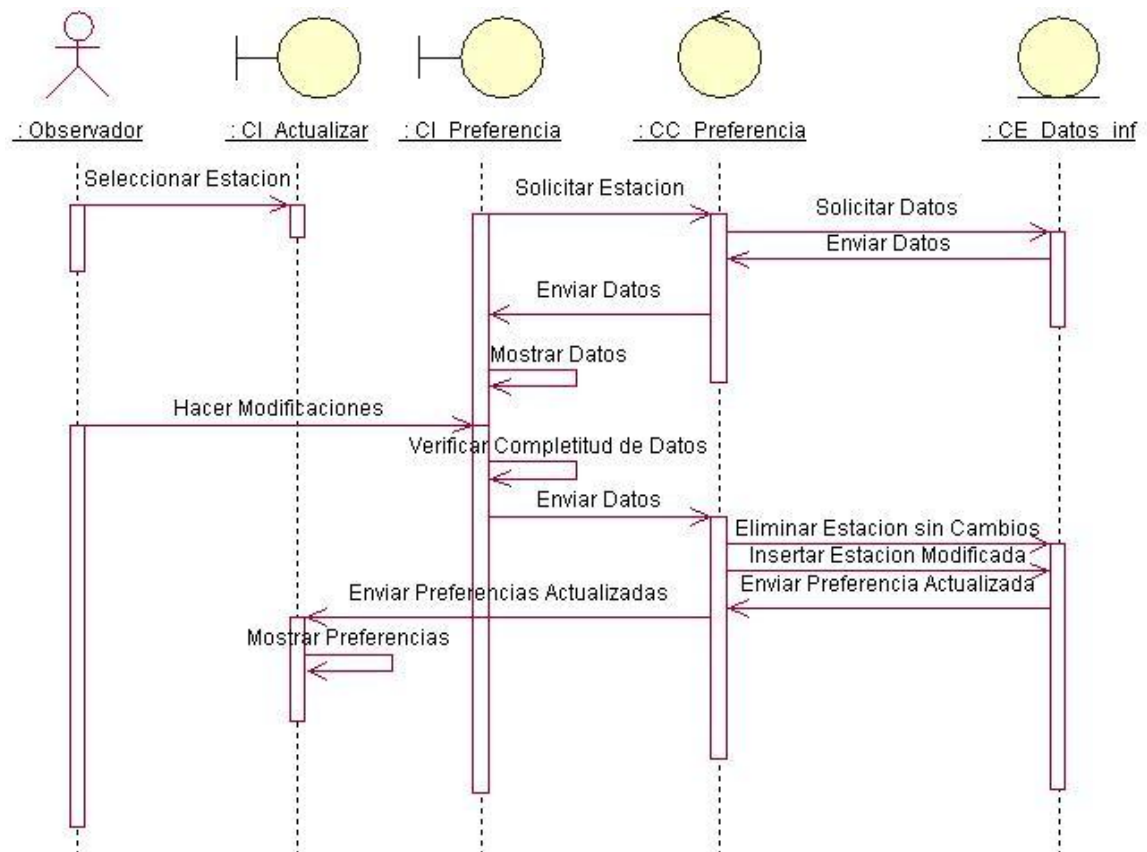


Figura 10: Diagrama de secuencia del escenario Modificar datos.

### Flujo de sucesos

En el diagrama anterior se puede observar el flujo del escenario Modificar datos del caso de uso Inicializar Datos. Aquí el observador selecciona en la clase interfaz CI\_Actualizar la estación que desea modificar. Luego en la clase interfaz CI\_Preferencia se muestran los datos de la estación seleccionada, donde el observador realiza los cambios. El sistema verifica que los datos estén correctamente, elimina la estación seleccionada, e inserta la estación modificada, y automáticamente se muestran las preferencias con las modificaciones en la interfaz CI\_Actualizar.

### 3.6.3 Eliminar estación

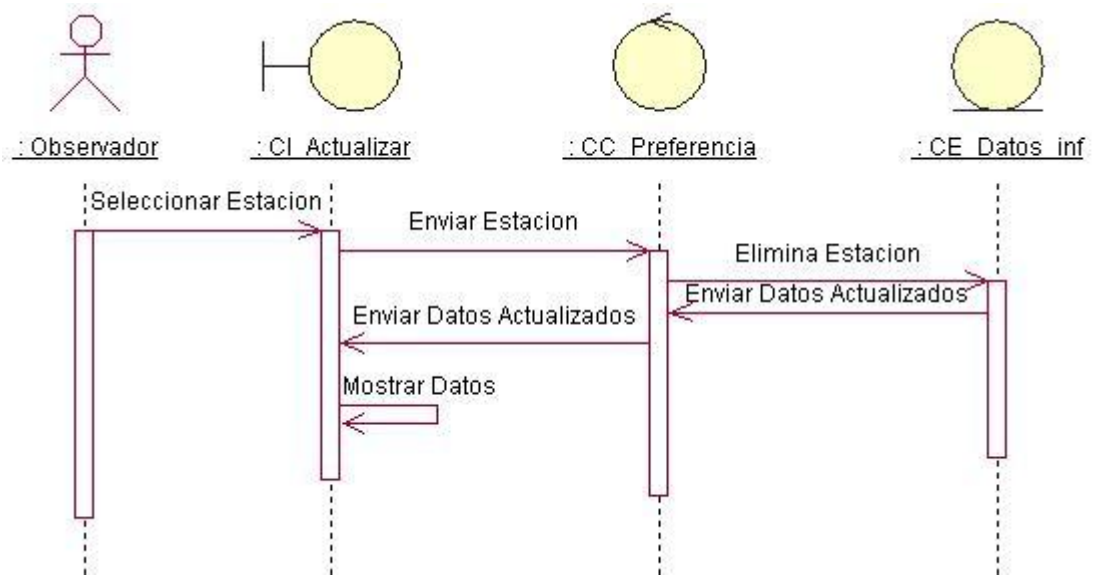


Figura 11: Diagrama de secuencia del escenario Eliminar estación

#### Flujo de sucesos

En este diagrama se puede ver el flujo del escenario Eliminar estación Inicializar Datos. Aquí el observador selecciona en la clase interfaz CI\_Actualizar la estación que desea eliminar, luego a través de la clase controladora CC\_Preferencia se invoca el método eliminar de la lista que hay implementada. Se elimina la estación, se actualizan los datos y automáticamente se muestran en la interfaz CI\_Actualizar.

### 3.6.4 Conectar

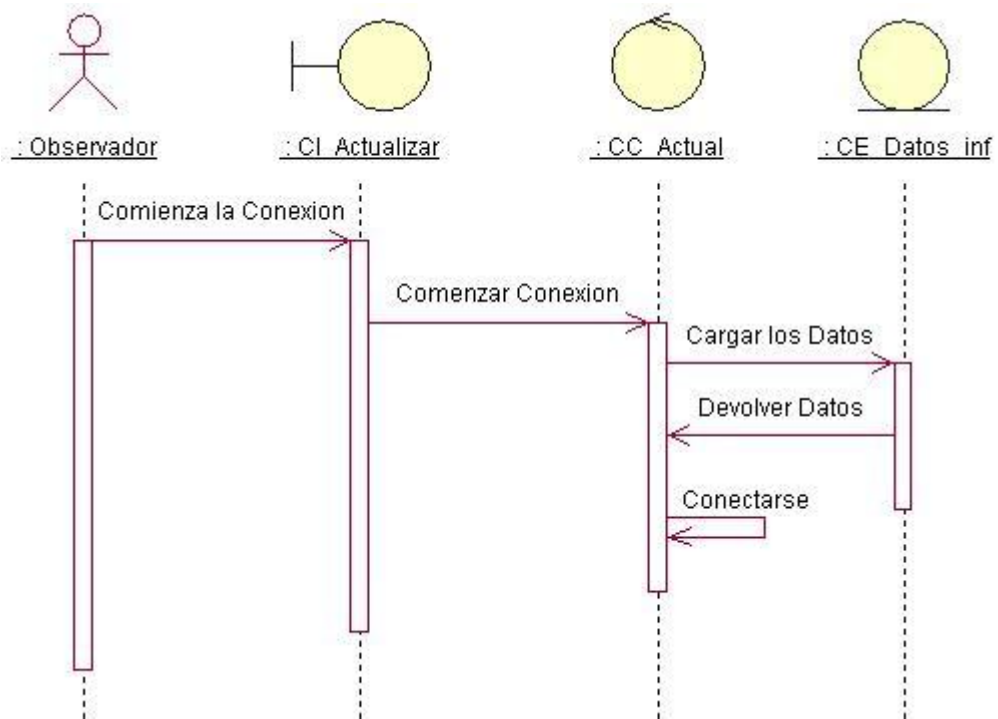


Figura 12: Diagrama de secuencia del escenario Conectar.

#### Flujo de sucesos

En la figura anterior se describe el escenario Conectar del caso de uso Actualizar Datos. Como se puede ver el mismo es iniciado por el observador a través de la clase interfaz CI\_Actualizar, desde la cual se invoca al método Ejecuta de la clase controladora CC\_Actual pasándole los datos de las preferencias que son necesarios para realizar la conexión.

### 3.6.5 Descargar\_EMA

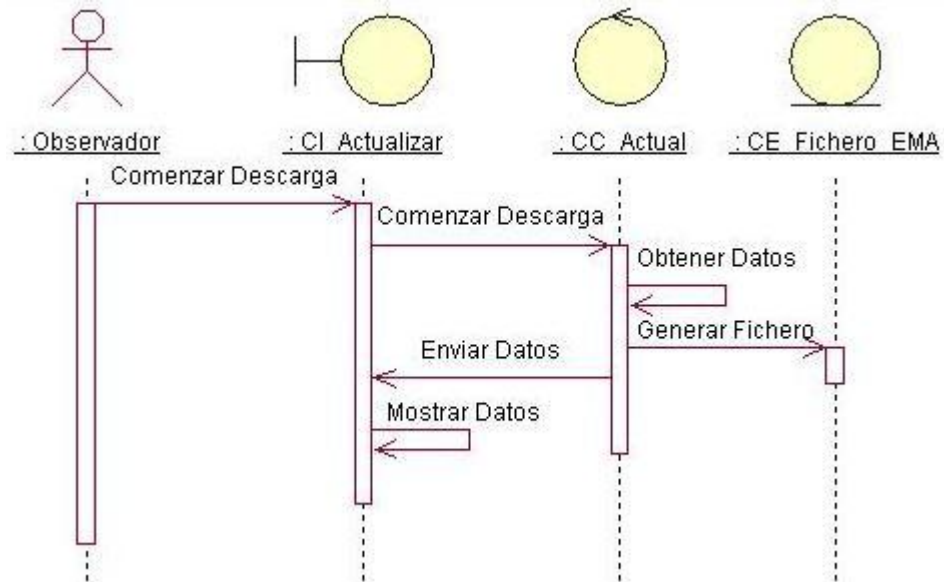


Figura 13: Diagrama de secuencia del escenario Descargar\_EMA.

#### Flujo de sucesos

Como se puede ver el escenario Descargar\_EMA del caso de uso Actualizar Datos de la EMA. Se solicita a través de la interfaz CI\_Actualizar que comience la descarga. A través de la clase controladora CC\_Actual se realiza la descarga de los datos, se genera un fichero con estos datos los cuales se muestran en la clase interfaz CI\_Actualizar.

### **3.7 Conclusiones**

En este capítulo se generó el diseño del sistema que se desea desarrollar. Aquí se obtuvo el diagrama de clases con la descripción de cada una de ellas. Además se distribuyeron las clases en paquetes para una mayor organización a la hora de desarrollar el sistema. Por último se llegó a los diagramas de secuencia para comprender cómo interactúan los objetos dentro del sistema así como también el actor con este. Esta etapa es fundamental dentro de un proyecto de desarrollo de software, puesto que ya concluida la misma están creadas todas las condiciones para pasar a la implementación.

## **Capítulo 4**

### ***4.1 Introducción***

En el presente capítulo se aborda todo lo relacionado con la implementación y las pruebas. Primeramente se podrá ver el Modelo de Despliegue, que en el caso de este trabajo se tienen cuatro variantes debido a las características particulares del mismo, las cuáles serán detalladas aquí. También se muestra el Modelo de Componentes, y por último la realización de los casos de pruebas donde se describe la prueba de caja blanca y de caja negra.

### ***4.2 Modelo de despliegue***

El esquema que se propone brinda diferentes vías de conexión, que posibilitan que las comunicaciones con las EMA sean más robustas. Esto permite que ARES sea más flexible a la hora de establecer una conexión. En los cuatro casos que se muestran a continuación, se puede observar que existe una PC Cliente CMP/ Casablanca la cual será capaz de conectarse utilizando diferentes vías de comunicación a la EM, o a una EMC, o directamente a la EMA según el caso.

### Primer Caso:

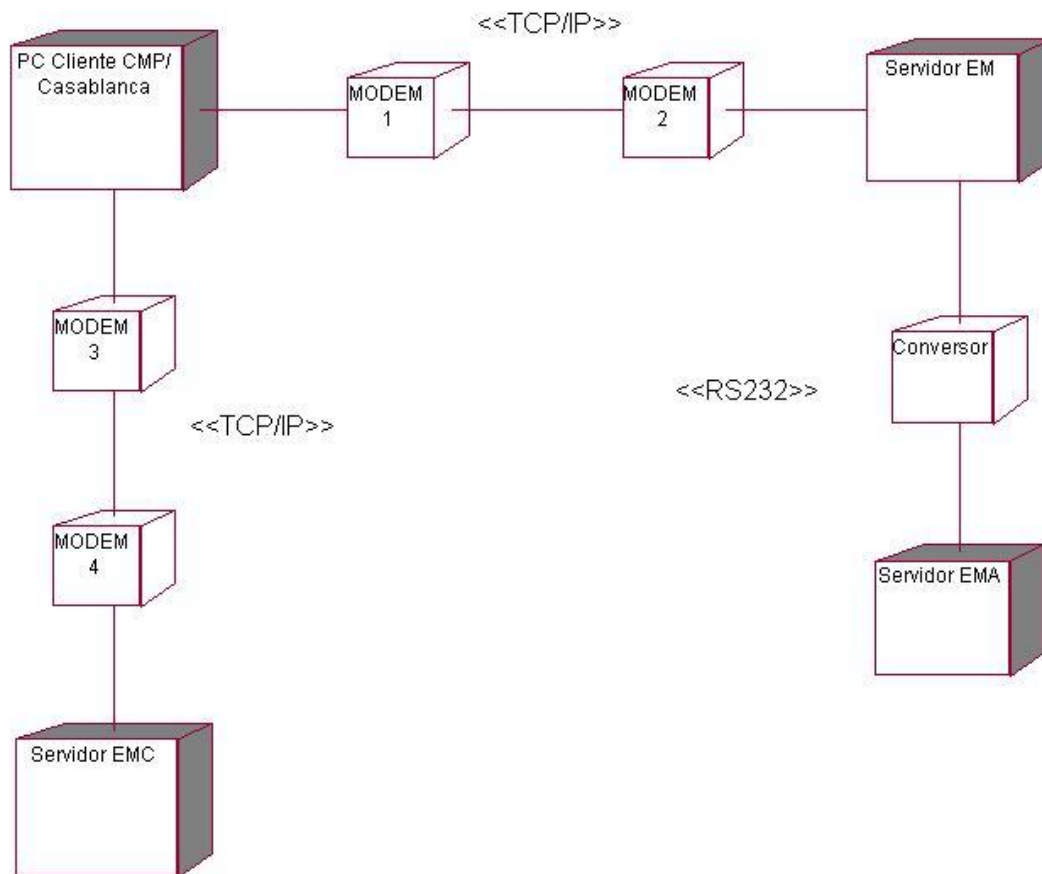


Figura 14: Diagrama de despliegue 1

En este caso la conexión puede realizarse utilizando dos MODEM y mediante conexión TCP/IP a la EM o a la EMC. La EM adquiere la información del datalogger de la EMA a través de un conversor de norma y por comunicación RS232, sin embargo la EMC almacena los datos que fueron recolectados manualmente.

## Segundo Caso:

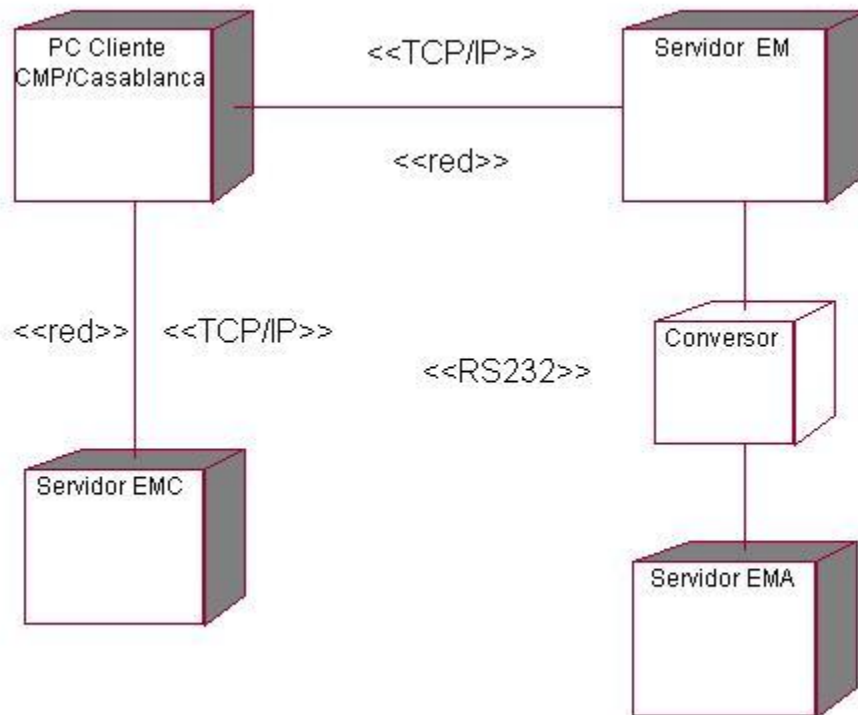


Figura 15: Diagrama de despliegue 2

Aquí se conecta la PC Cliente CMP/Casablanca por red TCP/IP a la EM o a la EMC sin necesidad de utilizar MODEM, y al igual que en el caso anterior la información que contiene la EM fue obtenida de la EMA y los datos que contiene la EMC fueron recolectados manualmente.



### Tercer Caso:

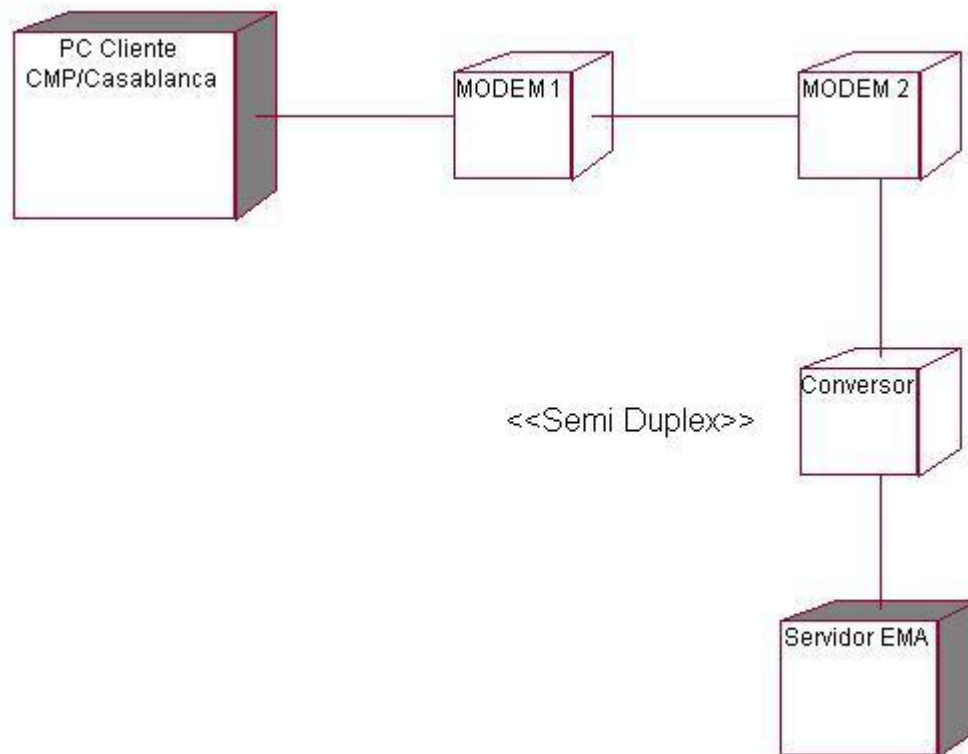


Figura 16: Diagrama de despliegue 3

Aquí se realiza la conexión directamente al datalogger de la EMA utilizando dos MODEM, por puerto serie y por comunicación Semi Duplex.

#### Cuarto Caso:



Figura 17: Diagrama de despliegue 4

Este es el caso se refiere a la conexión directa con el datalogger, mediante la interfaz de comunicación RS232.

### 4.3 Modelo de Componentes

En la Figura18 que se muestra a continuación se puede observar como el sistema se distribuyó en paquetes para hacer más legible la representación del mismo. En el paquete de Presentación se tienen las dos clases interfaz CI\_Preferencia y la CI\_Actualizar que se utilizan en la aplicación con sus respectivos .cpp y .h, así también es en el caso del paquete Lógico con sus dos clases controladoras CC\_Preferencia y la CC\_Actual. En el paquete CBuilder se encuentran los dos componentes que se utilizaron. Además se representan como componentes independientes los cuales se encuentran asociados al paquete Lógico, las dll de las librerías externas que se emplearon.

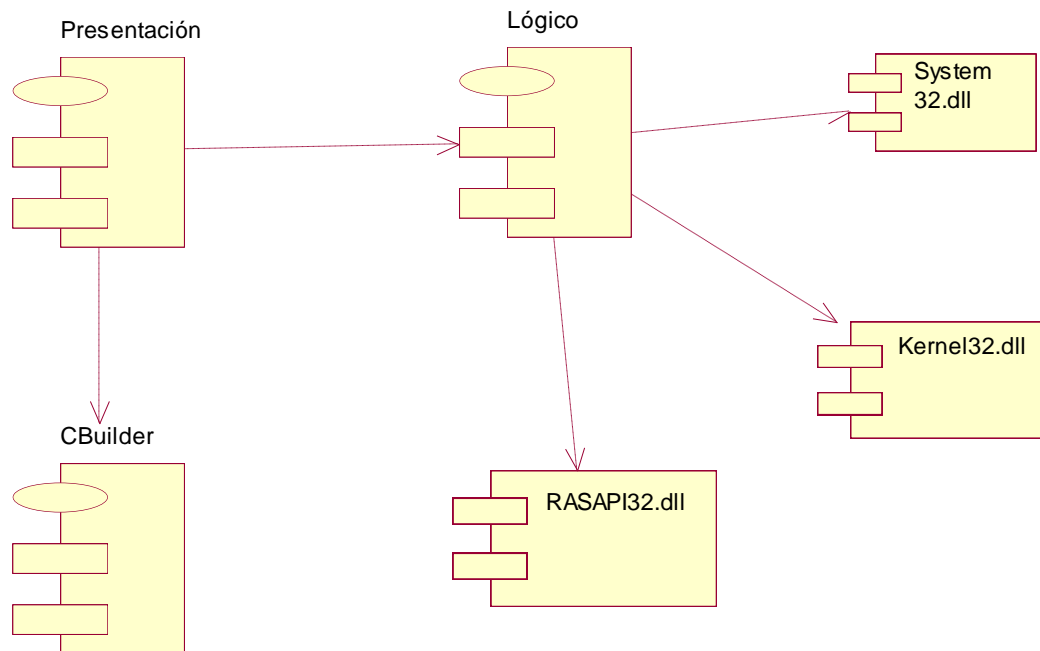


Figura 18: Modelo de componentes

#### **4.4 Pruebas del sistema propuesto**

Existen diferentes tipos de prueba, pero en el caso particular de este trabajo se llevaron a cabo las pruebas de caja blanca donde se recorre los caminos lógicos, determinando la complejidad ciclomática que no es más que la cantidad de caminos independientes que existe; y la prueba de caja negra la cual se lleva a cabo sobre la interfaz del sistema, para verificar que las entradas se realizan de forma adecuada y que se produce una salida correcta.

#### 4.4.1 Prueba de caja blanca

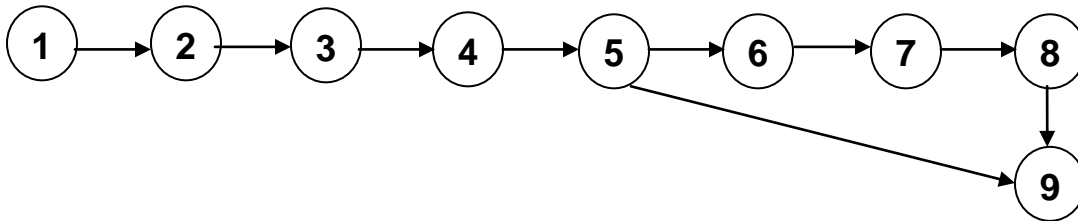
Para este tipo de prueba se ha seleccionado un fragmento de código que se muestra a continuación:

```
if (FileExists(Direccion)) 1
{
    stPreferencia aux; 2
    fichero = fopen(Direccion,"r+"); 3
    fseek(fichero, SEEK_SET, 0); 4

    while ( !feof(fichero) ) 5
    {
        fread(&aux, sizeof(stPreferencia), 1, fichero); 6
        if ( feof(fichero) ) break; 7
        lista->Adicionar(aux); 8
    }

    fclose(fichero); 9
}
```

Complejidad ciclomática



Complejidad ciclomática  $[V(G)] = \text{Cantidad de Aristas } [A] - \text{Cantidad de nodos } [N] + 2$ .

$$V(G) = A - N + 2$$

$$V(G) = 9 - 9 + 2$$

$$V(G) = 2$$

#### 4.4.2 Prueba de caja negra

Caso de uso: Inicializar Datos

- 1- Campos obligatorios (Estación, Acceso, Usuario, Contraseña, Intervalo) en blanco.
- 2- Campos obligatorios (Estación, Acceso, Usuario, Contraseña, Intervalo) llenos
- 3- IP/Teléfono correctamente cuando marque una opción en acceso.
- 4- IP/Teléfono mal cuando marque una opción en acceso.

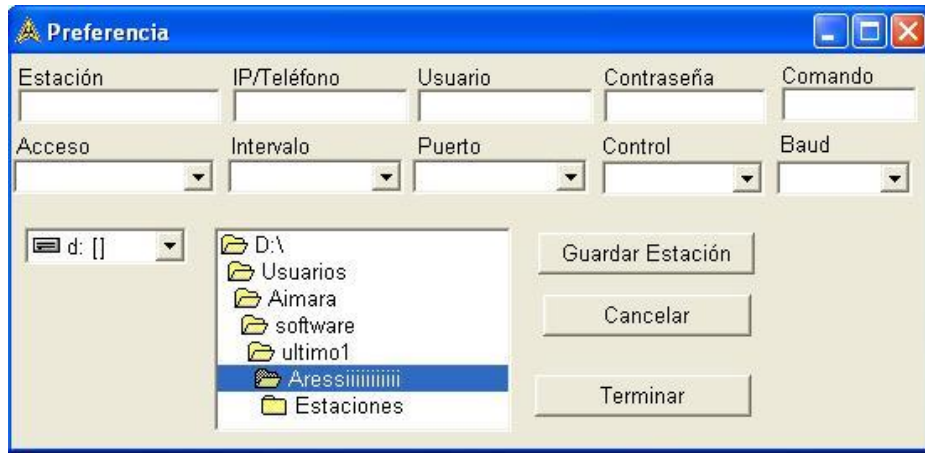


Figura 19: Interfaz Preferencias

<b>Caso de Uso</b>	Inicializar Datos
<b>Caso de Prueba</b>	1
<b>Entrada</b>	Estación="" Acceso="" Usuario="" Contraseña="" Intervalo=""
<b>Condiciones de Ejecución</b>	El sistema chequea los campos que son obligatorios y están en blanco.
<b>Resultado</b>	El sistema muestra un mensaje informando al usuario que <b>"Debe introducir los Registros que sean obligatorios"</b>

Tabla 13: Caso 1 de prueba de caja negra

<b>Caso de Uso</b>	Inicializar Datos
<b>Caso de Prueba</b>	<b>2</b>
<b>Entrada</b>	Estación="CasaBlanca " Acceso="IP/Teléfono " Usuario="administrador " Contraseña="administrador " Intervalo="1 hora "
<b>Condiciones de Ejecución</b>	El sistema chequea los campos que son obligatorios y están llenos.
<b>Resultado</b>	El sistema muestra un mensaje informando al usuario que <b>"Sus preferencias han sido guardadas"</b>

Tabla 14: Caso 2 de prueba de caja negra

<b>Caso de Uso</b>	Inicializar Datos
<b>Caso de Prueba</b>	<b>3</b>
<b>Entrada</b>	Acceso=" IP/Teléfono" IP/Teléfono="8670458"
<b>Condiciones de Ejecución</b>	El sistema chequea que el texto marcado en acceso en este caso " IP/Teléfono" coincida con un teléfono o un numero de IP
<b>Resultado</b>	El sistema muestra un mensaje informando al usuario que <b>"Sus preferencias han sido guardadas"</b>

Tabla 15: Caso 3 de prueba de caja negra

<b>Caso de Uso</b>	Inicializar Datos
<b>Caso de Prueba</b>	4
<b>Entrada</b>	Acceso=" <b>Puerto Serie</b> " IP/Teléfono="10.34.1.200"
<b>Condiciones de Ejecución</b>	El sistema chequea que el texto marcado en acceso en este caso " <b>Puerto Serie</b> " coincida con un teléfono o este en blanco
<b>Resultado</b>	El sistema no guarda esa estación porque el campo IP/Teléfono esta incorrecto.

Tabla 16: Caso 4 de prueba de caja negra

## **4.5 Conclusiones**

Con el desarrollo de este capítulo, se logró un sistema que permite que la adquisición de datos se realice de una forma óptima. Brinda la posibilidad de realizar mejoras en futuras versiones del mismo. Con la implementación de ARES, se proporciona que el esquema para establecer la conexión para la obtención de las variables meteorológicas sea superior al esquema actual. Además de que facilita el trabajo del observador, no haciéndose indispensable la presencia de este en el lugar.



## Capítulo 5

### 5.1 Introducción

En el presente capítulo se analiza el grado de factibilidad del software, proceso que se realiza teniendo en cuenta los métodos de estimación los cuales están asociados con el esfuerzo y el tiempo de las actividades que se identifican con el proyecto. Esto permite determinar la duración aproximada del proyecto como una variable dependiente de los recursos a emplear, así como el costo que este implica. También se tuvo en cuenta el estudio de las principales ventajas que brinda la implementación del sistema, posibilitando que el nuevo esquema de adquisición de los datos se realice con una mayor eficiencia.

### 5.2 Planificación basada en Puntos de Casos de Uso

Para realizar la planificación de un proyecto basándose en el método de Puntos de Casos de Uso se tiene presente las características de los requisitos que se recogen en los casos de uso. Este método se realiza llevándose a cabo una serie de pasos que se detallan a continuación.

- **Paso 1:** Identificar los Puntos de casos de uso sin ajustar (**UUCP**).

$$\mathbf{UUCP = UAW + UUCW}$$

Donde:

**UUCP:** Puntos de Casos de Uso sin ajustar.

**UAW:** Factor de Peso de los Actores sin ajustar.

Para calcular este valor se tiene presente la cantidad de Actores relacionados con el sistema y la complejidad de cada uno de ellos. Aquí se definen tres tipos de Actores, el simple, el medio y el complejo. Se considera simple cuando interactúa un sistema con otro sistema a través de una interfaz de programación, el medio es cuando interactúa un sistema con otro sistema mediante un protocolo de interfaz basada en texto y el complejo es cuando una persona es la que interactúa con el sistema mediante interfaz gráfica.

Tipo de actor	Actores	Factor de peso	Total
Simple	0	1	0
Medio	0	2	0
Complejo	1	3	3

Tabla 17: Actores X factor de peso

$$UAW = \sum cant\ actores * peso$$

$$UAW = 0 \times 1 + 0 \times 2 + 1 \times 3 = 3$$

**UUCW:** Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar.

Para calcular este valor se tiene en cuenta la cantidad de Casos de Uso presentes en el sistema y la complejidad de cada uno de ellos. En este caso se definen tres tipos de Caso de Uso, el simple que es cuando el caso de uso tiene de 1 a 3 transacciones, el medio que es cuando tiene de 4 a 7 transacciones y el complejo que es cuando presenta más de 8 transacciones. Se entiende por una transacción a una secuencia de actividades atómica, es decir, se efectúa la secuencia de actividades completa, o no se efectúa ninguna de las actividades de la secuencia.

Tipo de CU	Factor Peso	Cantidad de CU	Total
Simple	5	3	15
Medio	10	1	10
Complejo	15	0	0

Tabla 18: Caso de Uso X factor de peso

$$UUCW = \sum cant\ CU * Peso$$

$$UUCW = 3 \times 5 + 1 \times 10 + 0 \times 15 = 25$$

$$UUCP = UAW + UUCW = 3 + 25 = 28$$

➤ **Paso 2:** Cálculo de Puntos de Casos de Uso ajustados (**UCP**).

Cuando se tiene los Puntos de Casos de Uso sin ajustar, se pasa a ajustar el valor obtenido a través de la ecuación que se muestra a continuación:

$$UCP = UUCP * TCF * EF$$

Donde:

**UCP:** Puntos de Casos de Uso ajustados.

**UUCP:** Puntos de Casos de Uso sin ajustar.

**TCF:** Factor de complejidad técnica.

Este factor se calcula mediante la cuantificación de un conjunto de factores que determinan la complejidad técnica del sistema. Cada uno de los factores se cuantifica con un valor de 0 a 5, en el caso de que sea 0 es que es No presente o sin influencia, 1 Influencia incidental, 2 Influencia moderada, 3 Influencia media, 4 Influencia significativa y 5 Fuerte influencia.

A continuación se muestra el significado y el peso de cada uno de éstos factores:

Factor	Descripción	Peso	Valor asignado	Total
T1	Sistema distribuido	2	0	0
T2	Tiempo de respuesta	1	3	3
T3	Eficiencia del usuario final	1	4	4
T4	Funcionamiento Interno complejo	1	3	3
T5	El código debe ser reutilizable	1	3	3
T6	Facilidad de instalación	0.5	5	2.5
T7	Facilidad de uso	0.5	4	2
T8	Portabilidad	2	4	8
T9	Facilidad de cambio	1	3	3
T10	Concurrencia	1	0	0
T11	Incluye objetivos especiales de seguridad	1	0	0
T12	Provee acceso directo a terceras partes	1	0	0
T13	Se requieren facilidades especiales de entrenamiento de usuarios	1	1	1

Tabla 19: Datos de factores

$$TCF = 0.6 + 0.01 * \sum (peso * valor \text{ asignado})$$

$$TCF = 0.6 + 0.01x 29.5 = 0.895$$

**EF:** Factor de ambiente.

Este factor se calcula similar al cálculo del Factor de complejidad técnica. Se tiene presente el gran impacto en las estimaciones de tiempo que representan las habilidades y el entrenamiento del grupo involucrado en el desarrollo del sistema.

Factor	Descripción	Peso	Valor asignado	Total
E1	Familiaridad con el modelo de proyecto utilizado	1.5	3	4.5
E2	Experiencia en la aplicación	0.5	2	1
E3	Experiencia en la orientación a objetos.	1	3	3
E4	Capacidad del analista líder.	0.5	1	0.5
E5	Motivación.	1	4	4
E6	Estabilidad de requerimientos	2	4	8
E7	Personal Part–Time	-1	4	-4
E8	Dificultad del lenguaje de programación	-1	3	-3

Tabla 20: Factor de ambiente

$$EF = 1.4 - 0.03 * \sum (\text{peso} * \text{valor asignado})$$

$$EF = 1.4 - 0.03 \times 14 = 0.98$$

Se puede deducir que el  $UCP = UUCP * TCF * EF = 28 \times 0.895 \times 0.98 = 24.5588$

➤ **Paso 3:** Estimación de esfuerzo a través de los puntos de casos de uso.

El esfuerzo en horas-hombre viene dado por:

$$E = UCP * CF$$

Donde:

**E:** esfuerzo estimado en horas-hombre.

**UCP:** Puntos de Casos de Uso ajustados.

**CF:** factor de conversión.

Para calcular este factor se tiene en cuenta cuantos valores de los que afectan el factor ambiente (E1...E6) están por debajo de la media (3), y los que están por arriba de la media para los restantes (E7, E8).

CF = 20 Horas-Hombre / Punto de Casos de uso (si Total<sub>EF</sub> ≤ 2)

CF = 28 Horas-Hombre / Punto de Casos de uso (si Total<sub>EF</sub> ≥ 3)

CF = abandonar o cambiar proyecto ya que se considera que el riesgo de fracaso del mismo es demasiado alto. (si Total<sub>EF</sub> ≥ 5)

En el caso de este proyecto el **CF = 28 Horas-Hombre / Punto de Casos de uso**

Luego:

$$E = UCP * CF = 24.5588 \times 28 = 687.6464 \text{ Horas- Hombre}$$

➤ **Paso 4:** Calcular esfuerzo de todo el proyecto.

Para realizar este cálculo se tuvo presente el desarrollo de la funcionalidad especificada en los casos de uso.

Para alcanzar un cálculo más exacto de la duración total del proyecto, se le adiciona a la estimación del esfuerzo obtenido por los Puntos de Casos de Uso, las estimaciones de esfuerzo de las demás actividades relacionadas con el desarrollo de software.

Según la aproximación que se muestra a continuación, se puede ver la distribución del esfuerzo entre las diferentes actividades de un proyecto:

<b>Actividad</b>	<b>Porcentaje %</b>	<b>Horas-Hombres</b>
Análisis	10	171.9116
Diseño	20	343.8232
Implementación	40	687.6464
Pruebas	15	257.8674
Sobrecarga (otras actividades)	15	257.8674
Total	100	1719.116

Tabla 21: Distribución de esfuerzo X actividades

Donde:

**ET1:** Esfuerzo Total (Horas- Hombre)

**ET2:** Esfuerzo Total (Mes- Hombre)

**ET2= ET1/ horas- mes**

**SM:** Salario Promedio Mensual

**CH:** Cantidad de Hombres

**CHM:** Costo Hombre- Mes

**Costo:** Costo Total del Proyecto

Como resultado de el cálculo anterior se alcanza un **ET1 = 1719.116** horas-hombre, y teniendo presente que los desarrolladores trabajan 8 horas por 25 días en un mes, lo que equivale a un total de 200 horas cada mes, se obtiene un **ET2 = 8.9537292 Mes- Hombre**. Esto significa que 1 persona puede realizar el proyecto en aproximadamente en 8 meses.

### **Costo de proyecto**

Se asume que el salario promedio mensual es de \$ 150. 00 y trabajan 2 hombres en el proyecto.

$$\mathbf{CHM = CH * SM}$$

$$\text{Entonces: } \mathbf{CHM = 2 \times 150 = \$ 300.00 /mes}$$

$$\mathbf{Costo= SM * ET2 = 150 \times 8.9537292 = 1343.0594}$$

### **5.3 Beneficios tangibles e intangibles**

ARES proporciona fundamentalmente beneficios intangibles debido a los grandes aportes que este sistema brinda, ya que en condiciones del clima adversas en el caso de ser evacuado el personal de la EM, se podrá acceder directamente a la EMA y obtener los datos. También la adquisición de los datos se realiza con mayor rapidez facilitando que los pronósticos diarios que brinda el INSMET se realicen con precisión y en tiempo, además posibilita que la Sede Central se conecte a una EM o a una EMA en caso que se requiera. Se debe adicionar a lo anterior que ARES presenta una interfaz amigable para el observador.

#### **5.4 Análisis de costos y beneficios**

Para desarrollar la aplicación se debe tener presente los beneficios que este proporciona, los cuales justifican la inversión de la realización del software. Se debe realizar un balance entre las ventajas que brindan su uso; y el costo que representa su implementación así como el salario promedio mensual de los desarrolladores.

Con el uso del sistema, el cual posibilita que los datos meteorológicos se obtengan en tiempo, se facilita que el pronóstico que realiza el INSMET se haga con la precisión requerida.

#### **5.5 Conclusiones**

En este capítulo se realizó un cálculo para determinar la factibilidad que proporciona ARES utilizando como método los Puntos de los Casos de Uso. Se obtiene la estimación de esfuerzo y el tiempo de las actividades, además del costo mínimo que representa la realización del software. También se describen los múltiples beneficios que proporciona para el INSMET.



## **Conclusiones generales**

Con el desarrollo de este trabajo se cumplieron los objetivos planteados. Para esto se realizó un estudio del funcionamiento y adquisición de datos de las diferentes EMA que existen en el mundo y fundamentalmente en Cuba. Se diseñó un esquema que fue apoyado por un sistema que permitiera obtener los datos meteorológicos desde los CMP y el INSMET, el cual brinda la posibilidad de varias opciones para establecer las conexiones. El sistema se desarrolló dándole cumplimiento a los requisitos funcionales, ya expuestos en el desarrollo del trabajo, para lograr los objetivos. El diseño del mismo no tiene muchas complicaciones pero modela a gran escala el software.

Es válido decir que con este trabajo, las comunicaciones con las EMA, así como con las EM, y las EMC son más robustas, también brinda un esquema más flexible en cuanto a las conexiones y adquisición de los datos, mejorando el modelo actual que se utiliza y facilitando el trabajo de los observadores en las diferentes estaciones. El sistema fue implementado en una primera versión, pero brinda la posibilidad de realizarle nuevas versiones para mejorar sus funciones y hacerlo más eficiente.

## Recomendaciones

El proceso de instalación de EMA en Cuba a penas comienza; haciéndose cada vez más necesario que las comunicaciones de los CMP y las EMA sean robustas. La adquisición de datos se debe realizar eficientemente para poder obtener el dato con calidad lo cual es un factor fundamental para los pronósticos que se realizan diariamente, por esta razón se recomienda continuar con la investigación iniciada en este trabajo para perfeccionar los métodos utilizados en la realización del mismo y lograr versiones con una mayor eficiencia. Para esto se propone que se implemente en versiones posteriores:

- Otras vías de acceso tal es el caso de comunicaciones inalámbricas.
- Permitir que se guarden los datos meteorológicos de un mayor período de tiempo (1 año o más) para su posterior estudio, ya que en esta versión los guarda solo durante el intervalo especificado (1 o 3 horas).

Si se desarrollaran las versiones posteriores a esta, con las mejoras que se sugieren, se puede lograr que estas aplicaciones amplíen sus modos de comunicación, extendiendo aún más su uso. Además de que servirán para almacenar el historial de los datos meteorológicos, siendo esto muy importante en los estudios que realizan los especialistas de esta rama.

# Referencias bibliográficas

## Bibliografía

Jacobson, Ivar, Booch, Grady y Rumbaugh, James. El Proceso Unificado de Desarrollo Software. s.l. : Addison Wesley:464. 2000.

Deitel, Harvey M. y Deitel, Paul J. Como Programar en C/C++. Collage Book Editorial:364

.

## Referencias

Alejandro Rodríguez Estaciones Meteorológicas Automáticas. Madrid, España: 4.

Burgos, U. d. (2006). Biblioteca Universitaria Burgos, España.

CLIMA, T. MeteoLOG TDL 14 compact.

Enríquez, A. M. B. El desarrollo de sistemas de información empleando el lenguaje de modelado unificado UML. Bolivia.

Estaciones, R. d. (2007). Red de Estaciones Bioclimáticas-Mérida. Mérida, Venezuela

formación.com, A. (2004). Introducción a Visual Basic.

Freixa, R. A. Enerco, Eólica Cat, S.L. España: 26.

León, J. d. C. y. (1999). Guía de Iniciación al Lenguaje JAVA.

Matveev, B. D. I. H. (2006). IV Conferencia Internacional de Experiencias con EMA. Portugal.

PICHARDO, M. C. G. C. (2005). Automatización de la medición de variables meteorológicas. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

Sanchez, M. A. M. (2004). Metodologías De Desarrollo De Software.

Seco, J. A. G. (2001). El lenguaje de programación C#.

Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas, S. A. (2002). EMA-II/5. España.

Sociedad Española de Aplicaciones Cibernéticas, S. A. (2002). Estación RD32. España.

Tutorial TUTORIAL DE LABVIEW: 20.

WEB, S. C++.

Wikipedia Lenguaje Unificado de Modelado.

Wikipedia (2006). Afnix.

Wikipedia (2007). C Sharp.

Wikipedia (2007). C++.

Wikipedia (2007). COBOL.

Wikipedia (2007). Delphi.

Wikipedia (2007). Fortran.

Wikipedia (2007). "Lenguaje de programación Eiffel."

Wikipedia (2007). Lenguaje de programación Pascal.

Wikipedia (2007). "Visual Basic."

WORLD, R. P. (2007). El Modem.

## Glosario de Términos

### B:

**Baud:** Es la velocidad de transmisión en bits por segundo.

### C:

**COM:** Acrónimo con el que se designa a cada uno de los puertos series o de comunicaciones.

**Comando:** Son palabras claves que se utilizan para dialogar con el datalogger.

**Control:** Es una señal adicional que en la norma RS232 viaja por un canal aparte. Se utiliza para sincronizar las operaciones de transmisión- recepción.

### G

**GPRS:** General Packet Radio Service.

**GPS:** Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global).

**GSM:** Global System for Mobile communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles),

### L

**LCD:** Liquid Crystal Display (Pantalla de Cristal Líquido).

### P

**PT-100:** Tipo de sensor que permite medir la temperatura.

**Puerto:** Forma genérica de denominar a una interfaz por la cual diferentes tipos de datos pueden ser enviados y recibidos. Dicha interfaz puede ser física, o puede ser a nivel software.

## **R:**

**RS232:** Es una interfaz que permite conectar dispositivos serie con el sistema, o bien otros sistemas remotos con una velocidad máxima de transmisión de datos de 20 Kb/s.

**RS422:** Es una interfaz que permite conectar dispositivos serie con el sistema, o bien otros sistemas remotos a una velocidad máxima de transmisión de datos mayor de 100 Mb/s.

## **V**

**Vaisala PTB -100-A:** Tipo de Barómetro que permite medir con precisión la presión barométrica a temperatura ambiente, especialmente en la recolección de datos automáticos.