



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE
INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL”**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

PRESENTA

LIZETH MONROY BAÑUELOS



DIRECTOR DE TESIS:

DR. MAURO GERMÁN VALDES BARRÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA

AGRADECIMIENTOS

Este logro no es solo mío, sin el apoyo incondicional de quienes me aman tal vez nunca lo hubiera logrado, es por ello que agradezco inmensamente a quienes se nunca me dejaran sola, mi familia y amigos.

El agradecimiento principal es a mis padres, Ernestina Bañuelos y Luis Monroy, por su amor incondicional, por el esfuerzo realizado para bienestar mío, por las enseñanzas, gracias a las cuales he llegado hasta donde estoy y sé que puedo lograr mucho más. Por su confianza y respeto a mis decisiones, por ser mi respaldo en todo momento, por eso y mucho más, los amo. A mis hermanas, cómplices y amigas, Nataly y Vanessa, por su apoyo incondicional aun en la distancia, por los momentos vividos, las grandes experiencias juntas, por una vida de logros, las amo.

A mi asesor, Mauro Valdés y todo el equipo de Radiación Solar, por adoptarme como parte del equipo, por la confianza, las enseñanzas y todos los buenos momentos.

A mi compañero de carrera, pero sobre todo, mi amigo, mi cómplice, mi confidente, mi compañero de vida, Marcos, por haberme enseñado a disfrutar la vida desde otra perspectiva. Así como a la familia Hernández Cruz, por permitirme sumarme a ustedes y por todo el apoyo brindado.

A mis amigas y amigos, compañeros de escuela, ahora compañeros de vida que siempre tienen un abrazo sincero, una palabra de aliento y una mano que me anima a seguir adelante.

A todos mis profesores y sinodales, por las enseñanzas brindadas, en especial a los profesores de Ciencias Básicas, quienes más que compañeros de trabajo ahora son grandes amigos, que me alientan para lograr una excelente vida laboral.

Gracias a Dios por poner a todas estas personas especiales en mi vida, por darme la fuerza necesaria para lograr todos mis objetivos y por permitirme ser mejor día a día.

ÍNDICE

Contenido

AGRADECIMIENTOS	3
ÍNDICE	5
Contenido	VII
Índice de Figuras	XI
Índice de tablas	XIII
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO 1	21
1. LA RADIACIÓN SOLAR Y LA IMPORTANCIA DE SU MEDICIÓN.	21
1.1. El Sol y la Radiación Solar	- 3 -
1.2. Medición y procesamiento de la Radiación Solar.	- 12 -
1.2.1. Medición de Radiación Solar.	- 12 -
1.2.2. Adquisición de la información	- 15 -
1.3. Importancia de la Radiación Solar.	- 16 -
1.4. Observatorio de Radiación Solar	- 17 -
CAPÍTULO 2	21
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	21
2.1. Información	- 24 -
2.2. Tecnologías de la Información y Comunicación	- 25 -
2.3. Sistema de Información	- 27 -
2.4. Ingeniería de Software	- 27 -
2.4.1. Ciclo de vida del software	- 29 -
2.4.1.1. MODELOS DE CICLO DE DESARROLLO	- 31 -
2.4.1.1.1. LINEAL O SECUENCIAL	- 31 -
2.4.1.1.2. CASCADA	- 32 -
2.4.1.1.3. ESPIRAL	- 33 -
2.4.1.1.4. Modelo V	- 35 -
2.4.1.2. MODELOS DE CICLOS DE EVOLUCION	- 37 -
2.4.1.2.1. INCREMENTAL	- 37 -

2.4.1.2.2.	EVOLUTIVO _____	- 37 -
2.4.2.	Requerimientos de software _____	- 39 -
2.4.2.1.	Clasificación de requerimientos _____	- 42 -
2.4.3.	Diseño de software _____	- 44 -
2.4.4.	Verificación y validación _____	- 45 -
2.4.5.	Mantenimiento _____	- 45 -
2.5.	Bases de datos _____	- 46 -
2.5.1.	Abstracción de datos _____	- 47 -
2.5.2.	Modelos de datos _____	- 48 -
2.5.2.1.	Modelo conceptual _____	- 48 -
2.5.2.2.	Modelo relacional _____	- 51 -
2.5.3.	Lenguaje de bases de datos _____	- 52 -
2.5.3.1.	Lenguaje de definición de datos (DDL) _____	- 52 -
2.5.3.2.	Lenguaje de manipulación de datos (DML) _____	- 52 -
2.5.3.3.	Lenguaje de control _____	- 53 -
2.5.4.	Usuarios y administradores de la base de datos _____	- 53 -
2.5.5.	Estructura de un sistema de bases de datos _____	- 55 -
2.5.6.	Sistemas Administradores de Bases de Datos _____	- 56 -
CAPÍTULO 3 _____		59
3.	DESARROLLO _____	59
3.1.	Descripción general del sistema _____	- 61 -
3.2.	Especificación de requerimientos _____	- 62 -
3.2.1.	Funcionalidad del producto _____	- 62 -
3.2.2.	Requerimientos específicos _____	- 64 -
3.2.2.1.	Requerimientos funcionales _____	- 64 -
3.2.2.2.	Requerimientos no funcionales _____	- 66 -
3.2.2.3.	Requerimientos de las interfaces _____	- 67 -
3.3.	Diseño _____	- 68 -
3.3.1.	Diseño lógico _____	- 69 -
3.3.1.1.	Arquitectura de software _____	- 69 -
3.3.1.2.	Entradas y salidas _____	- 70 -
3.3.2.	Diseño físico _____	- 76 -
3.3.2.1.	Diseño de hardware _____	- 76 -
3.3.2.2.	Diseño de software _____	- 77 -

3.3.2.3. Prototipos	- 78 -
3.4. Implementación	- 82 -
3.4.1. Codificación	- 82 -
3.4.2. Pruebas	- 89 -
3.4.3. Capacitación	- 89 -
3.5. Mantenimiento	- 91 -
CAPÍTULO 4	97
4. CONCLUSIONES	97
CAPÍTULO 5	101
5. FUENTES	101
BIBLIOGRAFIA	- 103 -
ARCHIVOS PDF ONLINE	- 103 -
SITIOS WEB	- 103 -

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Espectro Solar.</i>	- 5 -
<i>Figura 2. Efectos de la inclinación del eje terrestre.</i>	- 7 -
<i>Figura 3. Distribución de la energía solar que llega a la Tierra.</i>	- 10 -
<i>Figura 4. Espectro solar</i>	- 10 -
<i>Figura 5. Componentes de la Radiación Solar.</i>	- 11 -
<i>Figura 6. Instrumentos de medición para Radiación Solar. m</i>	- 13 -
<i>Figura 7. Termopila</i>	- 14 -
<i>Figura 8. Modelos de ciclos de vida</i>	- 30 -
<i>Figura 9. Modelo secuencial</i>	- 32 -
<i>Figura 10. Modelo cascada</i>	- 33 -
<i>Figura 11. Modelo espiral</i>	- 34 -
<i>Figura 12. Modelo iterativo</i>	- 35 -
<i>Figura 13. Modelo en V</i>	- 36 -
<i>Figura 14. Ciclo incremental</i>	- 37 -
<i>Figura 15. Ciclo evolutivo</i>	- 38 -
<i>Figura 16. Clasificación de requerimientos</i>	- 43 -
<i>Figura 17. Niveles de abstracción de los datos.</i>	- 47 -
<i>Figura 18. Ejemplo de diagrama E-R</i>	- 51 -
<i>Figura 19. Arquitectura del Sistema Administrador de Bases de Datos.</i>	- 57 -
<i>Figura 20. Flujo de información para el sistema.</i>	- 62 -
<i>Figura 21. Caso de uso: especialista o investigador</i>	- 63 -
<i>Figura 22. Caso de uso: Administrador</i>	- 64 -
<i>Figura 23. Caso de uso: Usuario público</i>	- 64 -
<i>Figura 24. Arquitectura de tres capas</i>	- 70 -
<i>Figura 25. Esquema de entradas y salidas</i>	- 70 -
<i>Figura 26. Flujo de información.</i>	- 72 -
<i>Figura 27. Diagrama de secuencia de aplicación Web</i>	- 73 -

<i>Figura 28. Modelo relacional</i>	<i>- 74 -</i>
<i>Figura 29. Propuestas de las diferentes formas en que se puede presentar la información.</i>	<i>- 78 -</i>
<i>Figura 30. Prototipo final.</i>	<i>- 79 -</i>
<i>Figura 31. Prototipo final minutos después</i>	<i>- 79 -</i>
<i>Figura 32. Index para aplicación Web.</i>	<i>- 80 -</i>
<i>Figura 33. Formulario para ingreso de instrumentos</i>	<i>- 81 -</i>
<i>Figura 34. Panel de control de phpMyAdmin</i>	<i>- 93 -</i>
<i>Figura 35. Opciones para tablas</i>	<i>- 94 -</i>

Índice de tablas

Tabla 1. Longitud de onda de Radiación Solar _____ - 5 -

Tabla 2. Parámetros medidos en el ORS _____ - 19 -

Tabla 3. Datos utilizados en el formulario para el registro de un nuevo instrumento. _____ - 66 -

Tabla 4. Descripción del código. _____ - 88 -

INTRODUCCIÓN

La Sección de Radiación Solar realizó la renovación de su Observatorio de Radiación Solar, lo cual trajo consigo cambios contundentes en el software y aplicaciones Web utilizadas hasta el momento, por lo cual fue necesario cuestionar que sucedería con la información, así como el procesamiento que deberá darse a la misma. Además, el aumentar el número de parámetros medidos genera también un incremento en el número de instrumentos, por lo cual la administración, tanto de información como del sitio se vuelve algo no trivial.

Aunado a lo anterior, durante el desarrollo de este trabajo se aprobaron dos proyectos que tienen como objetivo principal, generar, medir, almacenar, presentar y consultar información de diferentes componentes de la Radiación Solar en todo el país y tienen como base el sistema realizado para el Observatorio de Radiación Solar.

Uno de estos proyectos es la instalación de una red de estaciones de Radiación Solar a lo largo de la República Mexicana, diecisiete sitios ubicados estratégicamente para tener información útil para valorar el recurso a lo largo de la República Mexicana. Dicha red necesitará de un sistema que la administre ya que las estaciones se encuentran lejos y no es posible vigilarlas las 24 horas del día, es por ello que este trabajo representará el esquema básico a reproducirse posteriormente en la red solarimétrica de la Sección de Radiación Solar del Instituto de Geofísica.

El Observatorio posee el único sensor ultravioleta en el campus de Ciudad Universitaria, por ello se creó, y aprobó, un segundo proyecto en colaboración con la Dirección General de Servicios a la Comunidad y Protección Civil, el cual consiste en divulgar una página Web que muestre información en tiempo real sobre el índice ultravioleta (IUV) a las Facultades de Ciudad Universitaria para proyectarla en pantallas ubicadas en lugares públicos, esto con el fin de mantener informada a la población universitaria del valor del IUV, sumado a una campaña donde se promueva la protección y las precauciones necesarias para evitar daños mayores causados por la Radiación Solar en la comunidad universitaria.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

Con fundamento en lo anterior, debe contemplarse el almacenamiento de la información a largo plazo, considerando ya el nuevo proyecto de la red solarimétrica con la cual se generará un gran cantidad de información, la cual es conveniente almacenar en una base de datos adecuadamente diseñada para soportar el volumen de información que incrementará constantemente. Al no contar con personal dedicado a la administración de la base de datos, debe considerarse un Sistema Administrador de Bases de Datos intuitivo y sencillo de usar, así como diseñar un plan de mantenimiento constante para asegurar el correcto funcionamiento.

Retomando la importancia de ser un Centro Regional de medición de Radiación Solar es importante destacar que la información obtenida debe ser presentada y accesible al público en general ya sea directamente en las instalaciones de la Sección de Radiación Solar o desde cualquier lugar con acceso a internet, esto mediante una página Web.

Se diseñará e implementará un Sistema de Información, el cual engloba la obtención de las señales captadas por los sensores y su conversión a voltajes, el almacenamiento de los voltajes obtenidos en la etapa anterior, datos preliminares, tanto en la memoria volátil del datalogger como la transferencia de los mismos a la computadora adjunta y la presentación de la información preliminar obtenida, mediante una página Web en tiempo real de acceso público.

Se implementará una aplicación Web que hará uso de la misma base de datos, encargada del control de la información relativa a los instrumentos que ingresan al Observatorio de Radiación Solar, entre la que destaca los datos propios del instrumento, el responsable del mismo y la ubicación del Observatorio, facilitando el orden de la distribución, calibración y mantenimiento de los instrumentos pertenecientes a la red solarimétrica, por lo cual el acceso será únicamente para investigadores de la Sección de Radiación Solar.

La renovación que envuelve al Observatorio generará a corto, mediano y largo plazo grandes beneficios a la sociedad. A corto plazo, la información generada en el campus de Ciudad Universitaria (CU) se propagará de forma tal que la comunidad universitaria conocerá los beneficios de recibirla y aprovecharla adecuadamente, así como los peligros que puede enfrentar si presenta exposición a la Radiación Solar por largos lapsos de tiempo, de forma que tenga las precauciones necesarias según el IUV. A mediano plazo, con la instalación de la red solarimétrica se podrán hacer estimaciones de la energía recibida a lo largo del territorio mexicano, con lo cual podrían establecerse estrategias para el aprovechamiento de la misma, desde el uso doméstico hasta el uso industrial. A largo plazo se contará con datos históricos de la radiación recibida año con año a lo largo de la República Mexicana, además el contar con un amplio espectro de parámetros referentes al mismo objetivo propician que la información generada obtenga un valor agregado ya que se pueden realizar estimaciones, predicciones, probabilidades, etc., con mayor confiabilidad, es por ello que la información generada a partir de este sistema es de gran valor para todo ente interesado en el bienestar de su planeta, desde un estudiante que cuida su salud diaria hasta un investigador dedicado a la Radiación Solar o empresas que buscan la implementación de soluciones que utilicen como fuente principal de energía, la Radiación Solar.

CAPÍTULO 1

1. LA RADIACIÓN SOLAR Y LA IMPORTANCIA DE SU MEDICIÓN.

1.1. El Sol y la Radiación Solar

El Sol, estrella más cercana a la Tierra y principal fuente de energía del planeta, combustible del clima terrestre, responsable de la temperatura en la Tierra, de los vientos, de la nubosidad, lluvia, sequías y en general de todos los fenómenos meteorológicos. El Sol es el responsable directo no solo de la vida en el planeta, sino también de su continuidad, ya que muchas de las cadenas alimenticias inician con la actividad fotosintética, en la cual el principal componente es la Radiación Solar.

A lo largo de la historia de la humanidad, la gran mayoría de las culturas han reconocido la importancia del Sol en sus vidas y este hecho ha quedado plasmado en diferentes formas, muestra de ello es el calendario solar que los mayas crearon para señalar el cambio de estación y el paso de los días, mismo calendario que rige las actividades humanas en la actualidad.

La pirámide de Kukulcan, templo sede del calendario solar maya, muestra los resultados de las observaciones realizadas por esta cultura; este templo al ser iluminado por el Sol en los equinoccios, es cubierto por una combinación de luces y sombras que muestran la ilusión óptica de la serpiente emplumada descendiendo desde lo alto de la pirámide hasta iluminar la cabeza de una de las serpientes que se encuentra al inicio de la escalinata.

En la actualidad, no solo se conoce la importancia que tiene el Sol en la manutención de la vida en la superficie del planeta, sino también, se está revalorando el uso de la energía solar, debido al desarrollo y al uso indiscriminado de recursos naturales no renovables, consolidando el papel central del Sol en la vida de los seres vivos que habitan la Tierra.

El Sol es el centro del sistema planetario, “Sistema Solar”, y es una estrella de las más comunes en el Universo, una estrella amarilla mediana y se estima que está a la mitad de su

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

vida media, está compuesta por Hidrógeno (80%) y helio (18%), con una masa aproximada de 20,000 trillones de kilogramos y un diámetro de 690 000 kilómetros, el planeta Tierra cabe un millón de veces en el Sol.(Valdés Barón Mauro, 2012)

Los componentes del Sol son totalmente inaccesibles a la observación humana, el núcleo posee una temperatura de aproximadamente 15×10^6 °C y la superficie del Sol presenta temperaturas de 5504 °C.

La energía solar es generada en el núcleo, donde se poseen tanto temperatura como presión lo suficientemente altas para provocar reacciones nucleares. En éstas, son liberados protones de hidrógeno que se funden en grupos de cuatro para formar una partícula de helio. Cada partícula pesa menos que los cuatro protones juntos. La diferencia que existe es transformada en energía, conocida como radiación gamma, que a su vez es expulsada hacia la superficie del Sol. En las capas externas del Sol se presentan otros fenómenos, los rayos X generados a nivel de la órbita electrónica por la desaceleración de electrones, la radiación ultravioleta es generada por los rayos del Sol y absorbida en su mayoría por el oxígeno y el ozono de la atmósfera.

La radiación visible posee una longitud de onda que puede ser vista por el ser humano. El infrarrojo es la energía emitida por cualquier cuerpo con más de cero absoluto de temperatura.

De toda la radiación generada por el Sol en forma de ondas electromagnéticas, solo una pequeña parte llega a la Tierra ya que la capa de ozono, el vapor de agua y el dióxido de carbono de la atmósfera absorben ciertas porciones del espectro electromagnético en su paso por la atmósfera terrestre. La distribución espectral se puede observar en la Figura 1.

Para fines climatológicos y de aprovechamiento de energía, se puede clasificar de acuerdo a su longitud de onda como se muestra en la

LA RADIACIÓN SOLAR Y LA IMPORTANCIA DE SU MEDICIÓN

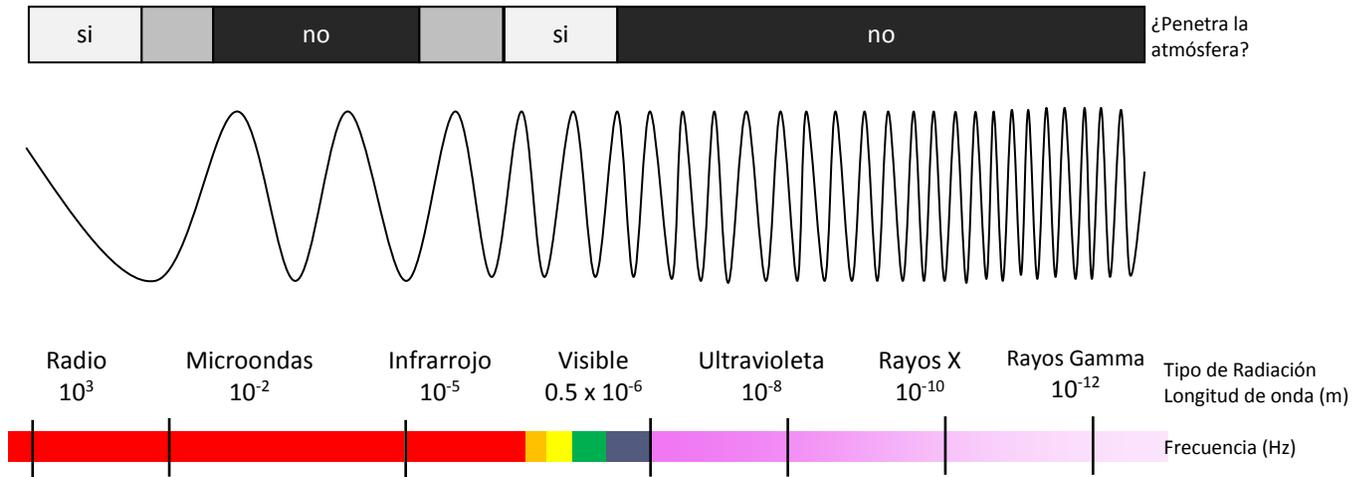


Figura 1. Espectro Solar. Elaboración propia basada en (Valdés Barón Mauro, 2012, pág. 24)

Radiación	Longitud de onda
Ultravioleta c	0.250 μm – 0.280 μm
Ultravioleta b	0.280 μm – 0.315 μm
Ultravioleta a	0.315 μm – 0.380 μm
Visible	0.380 μm – 0.750 μm
Infrarrojo cercano	0.750 μm – 25 μm
Infrarrojo	25 μm – 1 mm

Tabla 1. Longitud de onda de Radiación Solar

Son considerados de onda corta el ultravioleta banda C, emitido por el Sol y absorbido en su totalidad por la atmósfera de la Tierra antes de llegar al suelo, el ultravioleta banda B, es absorbido en un 95% por la atmósfera ya que es altamente activo biológicamente y puede causar quemaduras graves dependiendo el tiempo de exposición, el ultravioleta banda A que llega casi en su totalidad a la Tierra por no ser activo biológicamente y por último la luz visible que va desde violeta hasta rojo.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

El infrarrojo es considerado de onda larga en sus dos vertientes. El infrarrojo cercano que es la radiación calorífica del Sol y el infrarrojo lejano que es la radiación calorífica de la atmósfera, nubes y alrededores de la Tierra.

Aunque esta radiación la emite el Sol de una forma casi constante (Constante Solar), teniendo un valor aproximado a la distancia media entre la Tierra y el Sol de 1367 W/m^2 , su distribución a lo largo y ancho de nuestro planeta, es irregular, tanto espacial como temporalmente debido básicamente a dos tipos de factores, los primeros de carácter astronómico y los segundos de carácter geográfico.(Valdés Barón Mauro, 2012)

❖ Astronómicos.

➤ Distancia Tierra-Sol.

La distancia que existe entre el Sol y la Tierra varia, sin embargo la distancia promedio entre ambos es de 149, 597, 890 km.

La variación en la distancia depende de la trayectoria que sigue el planeta Tierra alrededor del Sol ya que está definida por una elipse que en términos geométricos está determinada por el eje menor, representado por la distancia formada del centro del Sol al perihelio, punto más cercano entre ambos astros, dicha distancia es de 147, 098, 291 km y por otro lado el eje mayor que comprende la distancia del centro del Sol al afelio, donde 152, 098, 291 km los separan.

Debido a esto, la incidencia de los rayos del Sol varía de acuerdo a la posición que mantenga el planeta respecto a este, además de la cercanía que se posea en dicho momento(Valdés Barón Mauro, 2012).¹

¹ Los datos informativos utilizados en este capítulo fueron recuperados del libro “La Radiación Solar”, elaborado por investigadores de la sección de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la UNAM.

➤ Inclínación del Eje Terrestre.

La inclinación del eje de rotación de la Tierra es la principal característica del movimiento de la misma afectando la forma en que recibimos la Radiación Solar.

El eje de rotación mantiene su inclinación de $23^{\circ} 27'$ y su orientación casi constante, pero su posición provoca que la Radiación Solar incida sobre la Tierra con distintas inclinaciones, es decir, si una superficie no posee inclinación la energía que absorberá es del 100%, si se inclina con un ángulo de 45° absorberá solo el 70%, mientras que si tiene 60° de inclinación captará solo la mitad de la energía. Lo anterior es mostrado en la Figura 2. Esto lo podemos observar matemáticamente ya que es proporcional al coseno del ángulo de incidencia.

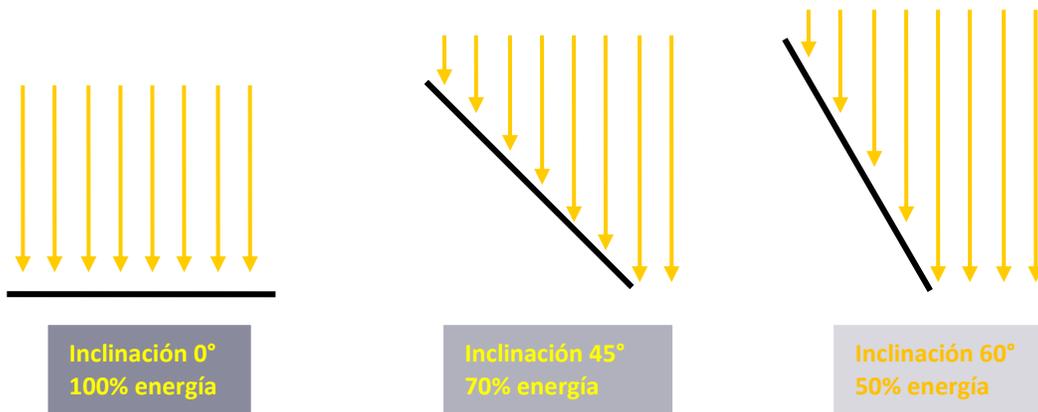


Figura 2. Efectos de la inclinación del eje terrestre. El ángulo de incidencia afecta la cantidad de energía que puede absorber una superficie. Basada en (Valdés Barón Mauro, 2012, pág. 35)

❖ Geográficos.

➤ Latitud.

Son líneas imaginarias llamadas paralelos, esto debido a su posición respecto al Ecuador. Se miden en grados partiendo de la latitud 0 que corresponde al paralelo

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

de mayor diámetro, el Ecuador, hacia el punto de observación, dando una orientación, norte o sur; con un rango de medición entre 0° y 90°.

La cantidad de Radiación Solar recibida depende en gran medida de la elevación del Sol. En las regiones tropicales en que el Sol se encuentra más cerca, los niveles de radiación son muy altos. Por el contrario, en las zonas polares, los niveles de radiación son muy bajos debido a la lejanía con el Sol.

➤ **Altitud.**

El nivel de Radiación Solar recibido en la superficie está influenciado por la altura sobre el nivel del mar, esto debido a algunos factores que van modificando la cantidad de energía durante su paso por la atmósfera.

En la cima de una montaña la radiación es mayor, ya que la atenuación de los rayos del Sol por los contaminantes del aire es menor, mientras que a nivel del mar los rayos ya han chocado con partículas, además de otras tantas superficies localizadas en las zonas urbanas, por lo cual la radiación es menor a nivel del mar.

➤ **Continentalidad.**

Es llamada así la influencia que tiene la distancia existente entre el mar y la tierra. Esto debido a que durante el día tanto el agua como los continentes absorben Radiación Solar por lo cual se calienta el aire. Durante la noche se enfrían, el agua tarda más en desprenderse del calor absorbido por ello se producen desplazamientos de masas de aire.

➤ **Vientos.**

Los vientos son masas de aire en movimiento, producidas por diferencias de presión atmosférica, atribuidas principalmente a diferencias de temperatura. Las variaciones

en la distribución de ambas se deben a la desigual distribución del calentamiento solar.

La rotación de la Tierra y la ubicación de las zonas orográficas determinan vientos generales, periódicos y locales. La dirección es determinada por la distribución de las presiones ya que los vientos van de las regiones de altas presiones hacia las de presiones más bajas y están asociadas a la presencia de nubosidad en diferentes épocas del año.

➤ **Aerosoles.**

En el ambiente se encuentran muchos de los contaminantes tanto naturales como los producidos por el hombre. Dichos contaminantes son partículas suspendidas en la atmósfera, ya sea líquidas o sólidas, conocidas como aerosoles que al chocar con las ondas electromagnéticas las modifican tanto cuantitativa como cualitativamente. Esto afecta el balance de energía, ya que dichas partículas absorben energía que deberá ser emitida nuevamente a la atmósfera en longitudes de onda larga, provocando así, calentamiento global.

Si se toman en cuenta solo los factores astronómicos en la distribución espacial y temporal de la Radiación Solar en la superficie de la Tierra sin atmósfera, no solo la medición, sino la evaluación de la Radiación Solar, sería relativamente sencilla, pues solo dependería de la época del año (declinación solar y distancia media Tierra=Sol) y de la Latitud del lugar.

Sin embargo, la realidad es mucho más compleja, ya que, una vez que la Radiación Solar penetra la atmósfera, sufre una serie de cambios tanto cuantitativos como cualitativos, pues tanto los gases como las partículas y la nubosidad, son capaces de llevar a cabo diferentes procesos de extinción de la Radiación Solar, los cuales estarán variando permanente e instantáneamente, provocando variaciones continuas en la distribución espacio-temporal de la Radiación Solar.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

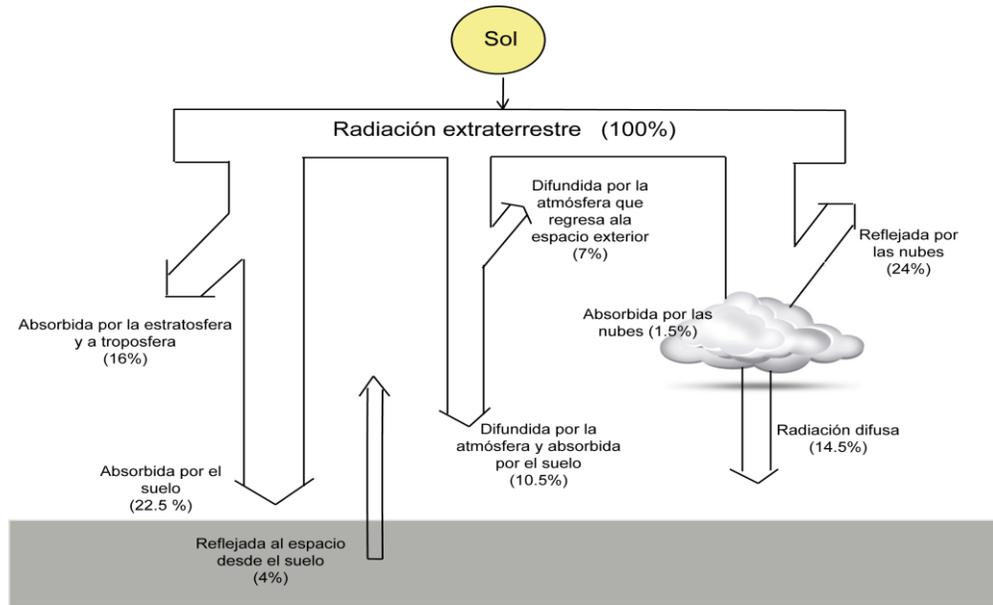


Figura 3. Distribución de la energía solar que llega a la Tierra.

Recuperado de <http://escritura.proyectolatin.org/introduccion-al-estudio-de-fuentes-renovables-de-energia/21-radiacion-solar/>

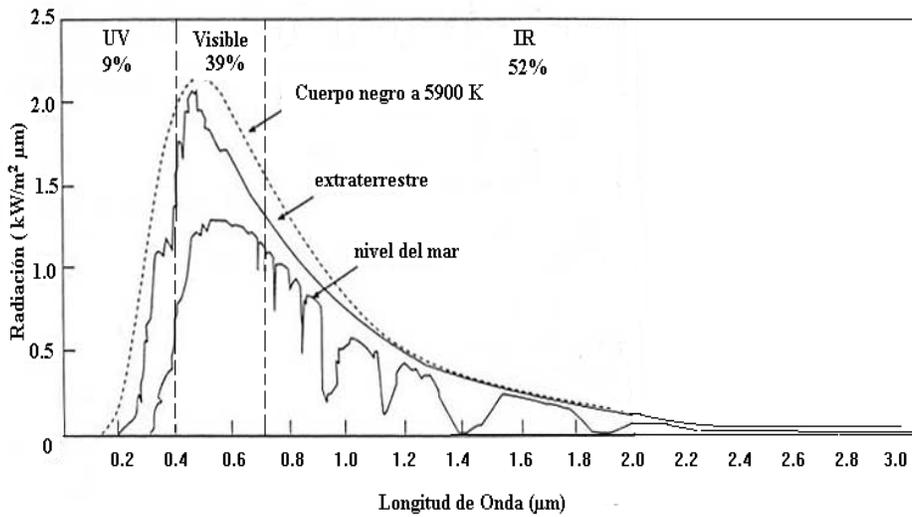


Figura 4. Espectro solar (Valdés Barón Mauro, 2012, pág. 34)

Cuando un rayo de Sol interacciona con una partícula suspendida (aerosol), dependiendo del tamaño, forma y génesis de ésta, podrá absorber, reflejar o esparcir la Radiación Solar, pero también esta interacción es selectiva, (véase Figura 4) se observa la curva de distribución de la Radiación Solar fuera de la atmósfera y la curva con valores obtenidos a nivel del mar, en donde no solo disminuye la cantidad de Radiación Solar, sino también se observa que existe un comportamiento diferencial, debido a la interacción con cierto tipo de gases, comportamiento semejante al ocurrido con diferentes aerosoles.

La interacción con los distintos factores ambientales producen tres flujos de Radiación Solar, la Radiación Solar Directa, que solo sufre atenuaciones al chocar con partículas en el aire al seguir la trayectoria Sol-observador sin sufrir mayores pérdidas de energía hasta llegar al punto de observación; la Radiación Solar Difusa es aquella que al interactuar con gases, partículas y nubes es dispersada, por ello no es medida en un solo punto sino en un amplio rango de observación. La Radiación Solar Global es la suma de las anteriores, sin embargo, la radiación directa es afectada por el ángulo de incidencia en el cual es medida, mismo que debe considerarse al momento de determinar la radiación global. Gráficamente se muestran las componentes de la Radiación Solar en la Figura 5.

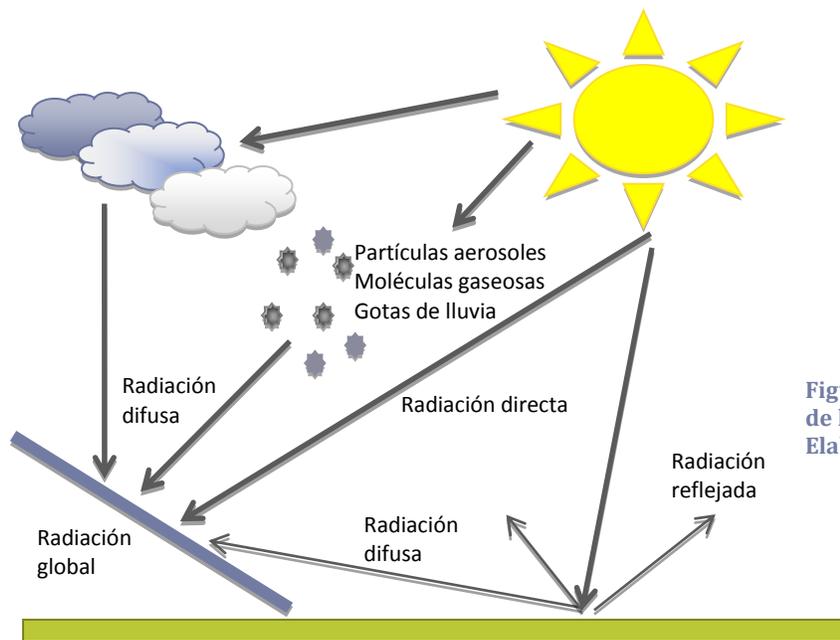


Figura 5. Componentes de la Radiación Solar. Elaboración propia.

1.2. Medición y procesamiento de la Radiación Solar.

Como se presentó en el punto anterior, la Radiación Solar en cada punto de la superficie terrestre, varía momento a momento a lo largo de todo el año, y dependerá de una gran variedad de factores astronómicos, geográficos y atmosféricos, de ahí la importancia de medir continuamente los diferentes flujos de Radiación Solar.

Para la medición de la Radiación Solar existen distintos y muy variados tipos de sensores, algunos muy generales y otros de uso específico, por ejemplo, los piranómetros miden tanto radiación global como difusa, mientras que los pirheliómetros son utilizados para medir radiación directa.

1.2.1. Medición de Radiación Solar.

La medición de la Radiación Solar es en la actualidad de vital importancia ya que está presente en procesos fundamentales de la vida, por ello se debe monitorear de manera constante.

Estudiar, procesar y analizar el histórico de las mediciones de Radiación Solar de un lugar, población e incluso de un país permite conocer las transformaciones de la energía en un sistema Tierra-Atmósfera, además de permitir el análisis de las propiedades y distribución de la atmósfera, los elementos que la constituyen tales como los aerosoles, el vapor de agua, el ozono, etc. Es posible estudiar la distribución y variaciones de la radiación incidente, reflejada y total de acuerdo con los componentes de la Radiación Solar ya mencionados. El conocimiento de los aspectos anteriores permite satisfacer las necesidades derivadas de las actividades de la biología, la medicina, la agricultura, la arquitectura, la ingeniería y de las industrias relacionadas con la radiación.

Es posible, gracias a la medición de la Radiación Solar, tener fundamentos para la utilización de ésta como fuente de energía alterna, ya que la energía solar recibida en la superficie terrestre es 10, 000 veces mayor que la energía consumida actualmente por toda la humanidad.

De la Radiación Solar derivan muy distintos parámetros que cobran interés dependiendo el área de estudio, debido a la gran variedad de parámetros solares se requiere una amplia gama de instrumentos para su medición.

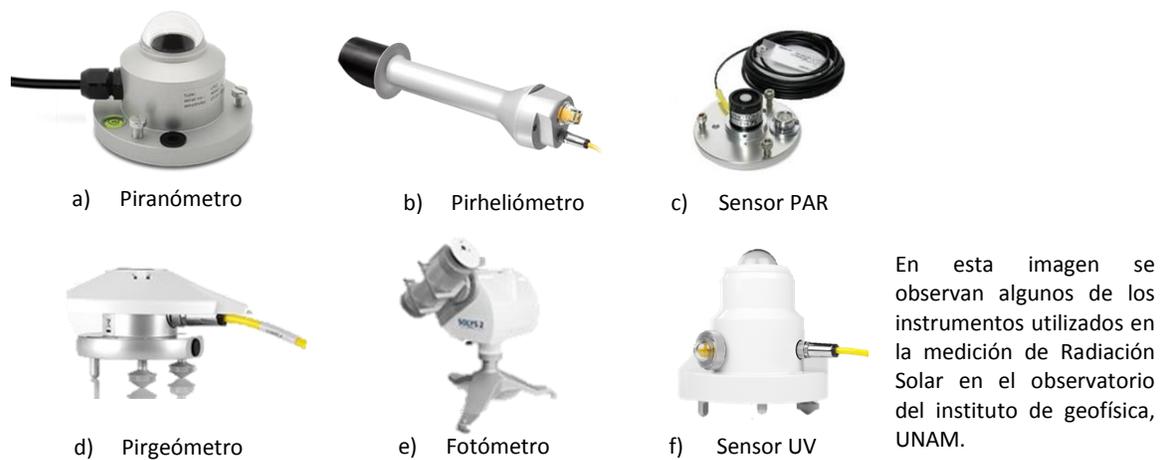


Figura 6. Instrumentos de medición para Radiación Solar. Elaboración propia, imágenes recuperadas de www.campbellsci.com/ y www.kippzonen.com

En la actualidad este no es problema ya que los instrumentos son muy variados y con grandes capacidades además de contar con características para facilitar y precisar las mediciones en los observatorios o estaciones meteorológicas. Existen sensores que pueden ser usados en la medición de más de un parámetro y también parámetros que requieren un cuidado especial, por lo cual hay sensores de uso específico, en la Figura 6 se muestran instrumentos utilizados en la medición de la Radiación Solar.

Sin embargo, los componentes básicos en la medición de la Radiación Solar son la radiación global, difusa, directa, la radiación ultravioleta y parámetros meteorológicos como la temperatura, humedad relativa, precipitación, presión atmosférica, dirección y rapidez del viento.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

Uno de los instrumentos más utilizados en esta actividad son los piranómetros, sensores diseñados para medir la densidad del flujo de Radiación Solar, cuentan con una termopila formada por áreas blancas y negras, las blancas son frías y reflejan la energía, mientras que las áreas negras son calientes y absorben la energía recibida, (Figura7).

Esto provoca una diferencia de potencial en los termopares obteniendo un voltaje que aunque pequeño es posible medirlo y es proporcional a la energía solar recibida.

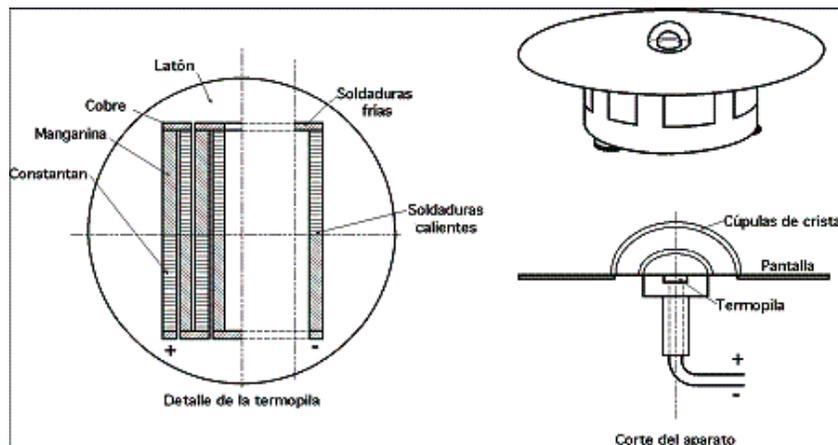


Figura 7. Termopila Recuperada de [http://www.sapiensman.com/ESDictionary/P/Technical_vocabulary_Spanish\(P18-A\).htm](http://www.sapiensman.com/ESDictionary/P/Technical_vocabulary_Spanish(P18-A).htm)

Por otro lado, los pirheliómetros, usados en la medición de la radiación directa, son instrumentos especiales que cuentan con un sensor igual al de los piranómetros, pero el sensor está montado en el final de un tubo que bloquea la radiación difusa (tubo colimador) y se colocan en un sistema de seguimiento solar, de preferencia automático.

Aunque no son las únicas posibilidades, para medir el ultravioleta hay piranómetros especiales, los pirgeómetros son usados en la medición de radiación infrarroja, los albedómetros son piranómetros dobles, capaces de medir la irradiancia solar, tanto global como reflejada, en un solo instrumento; esto por mencionar algunos.

1.2.2. Adquisición de la información

Los observatorios o estaciones meteorológicas tienen como función principal generar información confiable, por ello una vez establecida la instrumentación, debe definirse el flujo que seguirá la información una vez tomada la medición, de esta forma se evitan problemas en cuanto a replicación, alteración y otros problemas que se pueden presentar en el procesamiento de la información, logrando así, minimizar los riesgos de generar información no útil.

Los instrumentos ofrecen como salida una señal de voltaje, capaz de ser medida, esta señal es transmitida para ser convertida, de esta forma es como se realiza la obtención de los datos. Pero esta tarea no es tan sencilla y al igual que hay sensores para medir la Radiación Solar hay instrumentos que miden la señal de salida que estos brindan, los dataloggers o adquirentes de datos.

El datalogger es la unidad central de procesamiento del sistema, es una pequeña computadora cuya función principal es recibir las lecturas realizadas por los sensores y almacenar en memoria propia la información, para posteriormente realizar el procesamiento de los datos.

Una vez que la información ha sido obtenida debe almacenarse para que así pueda ser consultada en cualquier momento y para cualquier fin. Si se desea puede ser publicada en distintos medios, como un boletín semanal con información relevante, en estudios realizados bajo algún fin específico, o en Internet, en una página en tiempo real, es decir, se actualiza en fracciones de tiempo pequeñas, lo cual sirve de consulta o incluso para monitorizar la estación.

1.3. Importancia de la Radiación Solar.

Por todo lo mencionado se confirma que la Radiación Solar es fundamental para la existencia y continuidad de la vida humana. En la actualidad, la Radiación Solar adquiere un papel más relevante debido a diversas circunstancias como la crisis energética mundial, el cercano fin de los combustibles fósiles, el incesante calentamiento global y el adelgazamiento de la capa de ozono, de las cuales todas impactan de manera drástica al mundo entero.

Con el debido conocimiento de la Radiación Solar recibida, es posible crear estrategias que mediante el uso de dicha energía se permita a los distintos sectores de la sociedad utilizarla para el desarrollo de las actividades diarias, de esta forma es posible aminorar e incluso combatir de raíz, pensando el uso a largo plazo, los graves problemas que enfrenta el planeta en cuanto a energía, ya que es una fuente inagotable, que a pesar de su irregular distribución llega a todos los rincones de la superficie, brindando además, beneficios en todos aspectos para la vida humana por lo cual su adecuado aprovechamiento puede ser un factor determinante para el futuro del planeta Tierra.

Para poder considerar a la energía solar como una solución latente a los diversos problemas mundiales, primero es necesario estudiarla, conocerla para así aprovecharla. De esta forma saber cuánta se recibe, con qué calidad, en que épocas del año puede haber un mayor aprovechamiento, que lugares son propicios para su aprovechamiento, la manera adecuada de almacenarla en fin, si se logra avanzar en el estudio de la Radiación Solar se puede llegar a considerar la fuente principal para alimentar el gasto de energía para todo el mundo. Para lograrlo es necesario contar con especialistas en el estudio de la Radiación Solar, por ende surge también la necesidad de sitios dedicados al estudio de este recurso.

Por ello, la Sección de Radiación Solar de la UNAM, cuenta con especialistas en el área y busca la constante preparación o actualización de los investigadores, para dar solución a las presentes y futuras adversidades; sin perder de vista la necesidad de contar con instalaciones de nuevos centros de observación y medición de Radiación Solar, buscando por medio del conocimiento crear soluciones que aprovechen al máximo esta fuente de energía.

1.4. Observatorio de Radiación Solar

La Sección de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México cuenta con un Observatorio de Radiación Solar (ORS) en sus instalaciones en Ciudad Universitaria; éste comenzó la medición de distintos parámetros de Radiación Solar en el año geofísico internacional en 1957.

El ORS tiene como función primordial, desde sus inicios, generar información confiable de los diferentes parámetros, por ello, en 1985 la Organización Meteorológica Mundial, dio a la Sección de Radiación Solar el estatus de Centro Regional para la medición de Radiación Solar, esto debido a su capacidad técnico-científica, pero sobre todo a la calidad de información generada. (Energía Solar disponible)

La importancia de la información generada en el ORS se hace manifiesta ante los problemas actuales de una eventual crisis energética y contaminación ambiental, lo cual ha motivado al ORS a generar información con valor agregado que contribuya a la planeación estratégica y diseño de herramientas tecnológicas para la generación de energía a partir de la Radiación Solar. (Radiación Solar)

Para generar información altamente confiable es necesario contar con equipos de alta precisión, razón por la cual a mediados del 2013 se comenzó una renovación total del ORS

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

desde las instalaciones físicas hasta los equipos de medición. Esto debido a que en el Instituto de Geofísica se construyó un segundo piso y en la azotea de este, las nuevas instalaciones del ORS. De esta forma, debido a la altura en que se encuentra, los edificios aledaños y los grandes árboles no causan obstrucción ni alteración en las mediciones, la Radiación Solar puede ser medida de manera adecuada.

Una vez listo el lugar, inició el equipamiento con instrumentos totalmente nuevos. Los avances tecnológicos demandan actualización constante, en el mercado se encuentran instrumentos sumamente sofisticados y con características muy variadas dependiendo el objetivo, por esta razón se decidió renovar el equipo, por instrumentos de alta precisión y mejor calidad de sus mediciones. De esta manera se da solución a la demanda en tecnología y precisión requerida en el Observatorio de Radiación Solar. Al adquirir nuevos sensores, se incluyeron los necesarios para aumentar el espectro de medición de la Radiación Solar en el ORS, que se encuentra actualmente midiendo 29 parámetros solares además de los meteorológicos básicos (Tabla 2).

La actualización se realizó tanto para equipos de medición como para el equipo de procesamiento de información, los datalogger cuentan con características mejoradas, tecnológicamente hablando, que antes no tenían, ahora cuentan con más puertos para establecer conexión con la PC, se pueden comunicar vía Internet con solo asignarles una IP fija, con este método es sencillo acceder a la información del datalogger consultando, desde cualquier punto con acceso a Internet, la IP asignada de esta forma la información es mostrada de manera muy sencilla en formato de tabla.

Una vez renovada la infraestructura y el hardware es necesario actualizar, modificar o incluso renovar totalmente el software, ya que los sensores poseen características y funciones nuevas, además debe considerarse el aumento en el número de parámetros medidos lo cual requiere una nueva programación del datalogger.

CANAL	PARÁMETRO
1	Ultravioleta B
2	temperatura UVB
3	Ultravioleta A
4	temperatura UVA
5	Irradiancia horizontal global
6	Irradiancia horizontal difusa
7	Irradiancia solar directa
8	Radiación fotosintéticamente activa
9	Radiación infra-Roja
10	Temperatura de Radiación Infra-Roja
11	X1
12	X2
13	Iluminancia del cenit
14	Ultravioleta
15	Iluminancia horizontal global
16	Iluminancia horizontal difusa
17	Iluminancia solar directa
18	Irradiancia a 45° al sur
19	Iluminancia a 45° al sur
20	Iluminancia a 45° al sur difusa
21	Irradiancia a 45° al sur difusa
22	Irradiancia vertical al este
23	Irradiancia vertical al sur
24	Irradiancia vertical al oeste
25	Irradiancia vertical al norte
26	Iluminancia vertical al este
27	Iluminancia vertical al sur
28	Iluminancia vertical al oeste

Tabla 2. Parámetros medidos en el ORS

CAPÍTULO 2

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La sociedad actual se encuentra gobernada por la era tecnológica, la gran mayoría del contexto social, laboral y personal funciona gracias a la tecnología, la cual se encuentra en pleno auge y da pauta para que se abran nuevos mercados e incluso los ya existentes se renueven. La tecnología avanza y depende de las empresas, instituciones o seres humanos seguirle el paso, lo cual en cierta medida es imposible ya que a cada momento algo está cambiando en el ámbito tecnológico; lo que sí es un hecho es que ha propiciado un cambio inminente en la vida diaria, los paradigmas utilizados hasta hace poco tiempo ahora son considerados obsoletos.

En la actualidad, no hay empresa, ni pequeña ni grande, que no cuente con una computadora, información y la necesidad de obtener conocimiento de ésta, razón por la cual se ha recurrido en gran medida a las soluciones ofrecidas mediante la creación de software especializado para cada necesidad. La forma de vida actual ha propiciado que la generación de información aumente de manera exponencial, si cada persona realizará un análisis de la información generada únicamente para su uso personal, se sorprendería de la cantidad de memoria que necesita para almacenarla. Hasta hace algunos años era lejano pensar en necesitar un Gigabyte (Gb) para almacenar información personal, en la actualidad ya surge la necesidad de dispositivos con capacidades alrededor de los Terabytes para lograr concentrar la información personal, si esto es a nivel personal una empresa internacional sobrepasa por mucho dichas cantidades.

Extrapolando lo anterior, si eso sucede pensando en una persona, ¿Cuáles son las necesidades de una PYME?, ¿Cuáles son las necesidades de una empresa nacional o internacional?

La cantidad de información generada en 2007 estuvo a punto de sobrepasar, por primera vez, la capacidad física de almacenamiento disponible [...] En 2006, el volumen digital creado, capturado y replicado fue de 161 exabytes, es decir, 161 billones de gigabytes.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

Esto es más de lo generado en los 5.000 años anteriores (Siri, 2008, citado por (Cobo Romaní, 2009)).

Ahora bien, una vez controlado el problema del almacenamiento se encuentra el manejo y administración de la información, lo cual de igual forma resulta bastante delicado ya que si es sometida a un procesamiento erróneo pierde su valor, a su vez una mala administración puede provocar errores catastróficos, perdiendo información, o utilizar información no actualizada, es por ello que mantener todo el control de la información así como el flujo que le sigue es de vital importancia para el futuro de la misma.

Por todo lo anterior, surgen un sinnúmero de soluciones tecnológicas para las diferentes problemáticas presentadas en los distintos aspectos de la vida cotidiana, tanto personal como laboral.

Actualmente encontramos múltiples Sistemas de Información, los cuales representan una solución atractiva y completa ya que cuentan con los componentes necesarios para los diferentes procesos y flujos de información presentados en cada organización. Antes de dar formalmente el concepto de un Sistema de Información se definen conceptos íntimamente relacionados y previos para una mejor comprensión del significado.

2.1. Información

El concepto de dato y el de información suelen confundirse pero vale la pena definir ambos conceptos, un dato es definido como un conjunto de caracteres de tipo alfabéticos, numéricos o alfanuméricos propios, los cuales sin un contexto definido pueden entenderse en la manera que más convenga.

Los datos son todos los argumentos, propiedades o cualidades que identifican una persona, un objeto, una acción, un proceso y que por algunos de ellos, se distinguen de otro suceso

similar y que lo hace ser únicos. El dato se caracteriza por ser esencialmente objetivo y se materializa a través de números, textos, imágenes, un sonido, u otra forma de representación. (Di Biase de Lillo & Di Biase Friedmann)

A pesar de ser la fuente principal no debe confundirse este concepto con el de información ya que ésta es definida como:

Conjunto de mecanismos que permiten al individuo retomar los datos de su ambiente y estructurarlos de una manera determinada de modo que le sirvan como guía de su acción. (Paoli, 1989, p. 15).

Una vez obtenidos los datos al ser procesados, ya sea manual o automáticamente, bajo un contexto determinado se extrae información útil para la toma de decisiones. La información produce o aumenta el conocimiento y permite reducir la incertidumbre sobre algún tema conocido o desconocido. La información puede tener múltiples contenidos y formatos de presentación. Por ello la información, a diferencia de los datos que son objetivos se caracteriza por ser subjetiva.

La información tiene sentido siempre que exista un receptor, que sepa interpretarla, analizarla y usarla para una toma de decisiones de cualquier tipo. La información es la fuente del conocimiento. (Di Biase de Lillo & Di Biase Friedmann)

2.2. Tecnologías de la Información y Comunicación

Tal vez se escuche mucho sobre ellas en la vida diaria, en la escuela, en el trabajo, para la tarea, etc., pero para comprenderlas y utilizarlas de manera adecuada a continuación se da la definición concreta de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC):

“En líneas generales podríamos decir que las nuevas tecnologías de la información y comunicación son las que giran en torno a tres medios básicos: la informática, la

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

microelectrónica y las telecomunicaciones; pero giran, no sólo de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva e interconectadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas". (Cabero, 1998: 198)²

Las TIC también son definidas como:

Tecnologías y herramientas que las personas utilizan para intercambiar, distribuir y recolectar información y para comunicarse con otras personas. Las TIC pueden agruparse en tres categorías. Las tecnologías de información utilizan computadoras, que se han vuelto indispensables en las sociedades modernas para procesar datos y economizar tiempo y esfuerzos. Las tecnologías de telecomunicaciones incluyen teléfonos (con fax) y transmisión de radio y televisión, a menudo a través de satélites. Las redes de tecnologías, de las que la más conocida es Internet, también abarcan la tecnología de teléfono celular, la telefonía de voz sobre IP (VoIP), las comunicaciones por satélite y otras formas de comunicación que aún están siendo desarrolladas.³

Para Jordi Adell se está produciendo un cambio de paradigma, dadas las características y nuevas posibilidades que ofrecen las redes telemáticas, así este autor plantea que "el paradigma de las nuevas tecnologías son las redes informáticas. Los ordenadores, aislados, nos ofrecen una gran cantidad de posibilidades, pero conectados incrementan su funcionalidad en varios órdenes de magnitud. Formando redes, los ordenadores sirven [...] como herramienta para acceder a información, a recursos y servicios prestados por ordenadores remotos, como sistema de publicación y difusión de la información y como medio de comunicación entre seres humanos" (1997).

Castells presenta la noción de paradigma tecnológico enfatizando su carácter abierto, adaptable e integrador: Para este autor, las características del paradigma tecnológico son:

- *La información es su materia prima.*
- *Su capacidad de penetración se produce en todos los ámbitos sociales.*

²<http://www.uv.es/~bellochc/pdf/pwtic1.pdf>

³<http://www.apc.org/es/glossary/term/1075>

- *La lógica de interconexión en el sistema tecnológico es la morfología de la red, que permite dotar de estructura y flexibilidad al sistema.*
- *Su flexibilidad y capacidad para reconfigurarse, permitiendo la fluidez organizativa.*
- *Convergencia e integración de tecnologías específicas en un sistema.*

2.3. Sistema de Información

Una vez que se ha contextualizado en las nociones básicas, es posible comprender de mejor manera el concepto de “sistema de información”

Un sistema de información (SI) es un conjunto de elementos interrelacionados con el propósito de prestar atención a las demandas de información de una organización, para elevar el nivel de conocimientos que permitan un mejor apoyo a la toma de decisiones y desarrollo de acciones (Peña Ayala).

Las definiciones dadas por los autores para un sistema de información son muy similares ya que es muy clara la función y el objetivo.

Con lo expuesto hasta el momento en el capítulo se pretende conocer el contexto tecnológico que envuelve a la sociedad del siglo XXI, esto con el objetivo de tener más claro lo que es posible implementar y que beneficios se tendrán en la organización a corto, mediano y largo plazo de acuerdo al tipo de solución utilizada.

2.4. Ingeniería de Software

Una vez definido el contexto que envolverá el producto a desarrollar conviene hacer un análisis de las buenas prácticas, estándares y normas que rigen el desarrollo de software, las cuales son estudiadas bajo la tutela de la Ingeniería de Software la cual define el plan para gestionar las actividades técnicas del proyecto. Identifica el ciclo de desarrollo y los

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

procesos que será necesario aplicar. Desde la Ingeniería de Software se desarrolla la línea base técnica para todo el desarrollo, tanto de hardware como de software. (Palacio Bañeres, 2004)

Desde 1968 hasta la fecha han sido muchos los esfuerzos realizados por los departamentos de informática de las universidades, y por organismos de estandarización (SEI, IEEE, ISO) para identificar las causas de problemas y definir pautas estándar para la producción y mantenimiento del software. (Palacio Bañeres, 2004)

Dentro de las funciones de la Ingeniería de Software de encuentran:

- Definición del problema: Determinación de las expectativas hacia el producto, necesidades y restricciones obtenidas y analizadas en los requerimientos del sistema. Trabaja cerca del cliente para establecer las necesidades operacionales.
- Análisis de la solución: Determinar las opciones posibles para satisfacer los requerimientos y las restricciones. Estudiar y analizar las posibles soluciones. Seleccionar la mejor, sopesando las necesidades inmediatas, opciones de implementación, utilidad y evolución del sistema.
- Planificación de los procesos: Determinar los grupos de tareas técnicas que se deben realizar, el esfuerzo requerido para cada una, su prioridad y los riesgos que implican para el proyecto.
- Control de los procesos: Determinar los métodos para controlar las actividades técnicas del proyecto y los procesos; la medición del progreso, revisión de los productos intermedios y ejecución de las acciones correctivas, cuando corresponda.
- Evaluación del producto: Determinar la calidad y cantidad de los productos elaborados, a través de evaluaciones, pruebas, análisis, inspecciones, etc. (Palacio Bañeres, 2004)

Al ser un campo demasiado extenso es necesario delimitar el campo de estudio ya que de otra forma los conflictos a solucionar serian interminables, es por ello que se define el ciclo

de vida del software que es el periodo de tiempo que va desde la concepción de la idea de un nuevo sistema de software y hasta que el sistema se deja de usar. Para prevenir el mayor porcentaje de error debe apegarse a metodologías de desarrollo ya existentes basadas en estándares.

2.4.1. Ciclo de vida del software

La ISO, Organización Internacional para la Estandarización, en su norma 12207 define el ciclo de vida de un software como un marco de referencia que contiene las actividades y las tareas involucradas en el desarrollo, la explotación y el mantenimiento de un producto software, abarcando desde la definición hasta la finalización de su uso. Define también, un proceso como las actividades y tareas implicadas en el desarrollo, operación y mantenimiento de un sistema de software.

La metodología para el desarrollo de software es una manera sistemática de realizar, gestionar y administrar un proyecto para llevarlo a cabo con altas probabilidades de éxito. Esta sistematización da la pauta para la adecuada división de un proyecto grande en pequeños módulos o etapas y las acciones que corresponden a cada una de ellas, además ayuda a definir entradas y salidas para cada uno de los módulos, además de normalizar el modo en que se administrará el proyecto. En otras palabras, una metodología son los procesos a seguir sistemáticamente para diseñar, implementar y mantener un sistema de software desde que surge la necesidad hasta que se ve cumplido el objetivo para el cual fue creado.

La aplicación de los procesos, tanto en el desarrollo como en el posterior mantenimiento y operación del software, se dibuja a través de “patrones fijos” que configuran el esquema de mapa de situación, relación y continuidad entre los diferentes procesos, actividades y tareas

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

En la etapa de desarrollo los patrones básicos son:

- Desarrollo en cascada. (variante secuencial)
- Desarrollo en espiral

Una vez desarrollada la primera versión, el ciclo de vida del sistema discurre en cada momento según uno de los siguientes patrones.

- Desarrollo Incremental del sistema
- Desarrollo evolutivo del sistema.

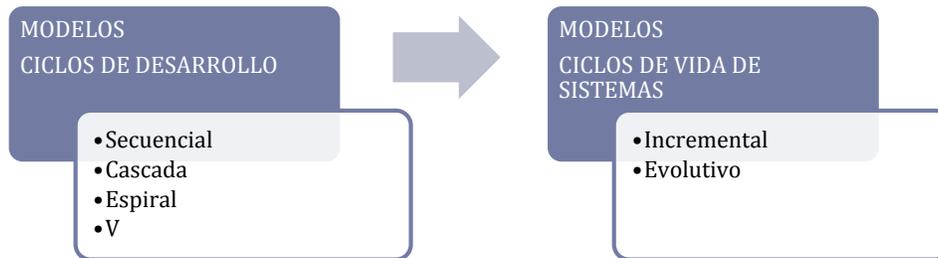


Figura 8. Modelos de ciclos de vida

La elección de un modelo para un determinado tipo de proyecto es realmente importante; el orden de las etapas es uno de estos puntos importantes. Las principales diferencias entre distintos modelos de ciclo de vida están divididas en tres grandes visiones:

- El alcance del ciclo de vida, que depende de hasta dónde se llegará con el proyecto: solo saber si es viable el desarrollo de un proyecto, el desarrollo completo o el desarrollo completo más las actualizaciones y el mantenimiento.
- La calidad y cantidad de las etapas en que se dividirá el ciclo de vida: según el proyecto para el cual se adopte.

- La estructura y la sucesión de las etapas, si hay retroalimentación entre ellas, y si hay libertad de repetirlas (iterar).

Los distintos modelos de ciclos de desarrollo tienen un riesgo inmerso al ser elegido, es decir, la probabilidad que existe de volver a retomar una de las etapas anteriores, perdiendo recursos como tiempo, dinero y esfuerzo. Ninguno de los modelos de ciclo de vida evitan riesgos que pueden aparecer durante el desarrollo del proyecto, como puede ser el agregado de requerimientos o errores cuando el proyecto se encuentra muy avanzado, lo que pretenden es prepararse para los cambios que pudieran surgir.

El ciclo de desarrollo del software en general se suele dividir en tres fases, planificación, desarrollo y mantenimiento, que engloban a las seis etapas del ciclo de vida, análisis del sistema, análisis de los requerimientos, diseño, codificación, pruebas y mantenimiento.

La fase de planificación del software comprende las etapas de análisis del sistema y el análisis de los requerimientos del software traducido en una “especificación de requerimientos”. La fase de desarrollo comprende las etapas de diseño, codificación y pruebas, por último, la fase de mantenimiento incorpora solamente la etapa propia de mantenimiento.

2.4.1.1. MODELOS DE CICLO DE DESARROLLO

2.4.1.1.1. LINEAL O SECUENCIAL

Este modelo refleja un desarrollo marcado por la sucesión de las etapas que lo componen: requisitos, diseño, codificación, pruebas e integración.

Es necesario terminar por completo cada etapa para pasar a la siguiente. Fue identificado ya a principios de la década de los 50, resulta muy rígido ya que cada fase requiere como elemento de entrada el resultado completo de la anterior.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

Al aplicarlo en situaciones reales su rigidez genera problemas, porque muchas veces resulta difícil poder disponer de requisitos completos o del diseño pormenorizado del sistema en las fases iniciales, creando una barrera que impide avanzar.

Podría resultar apropiado para el desarrollo de nuevas versiones de sistemas ya veteranos en los que el desconocimiento de las necesidades de los usuarios, o del entorno de operación no plantea riesgos, o en su caso en sistemas pequeños, sin previsión de evolución a corto plazo.

El modelo prácticamente idéntico que evita esta rigidez es el de cascada.

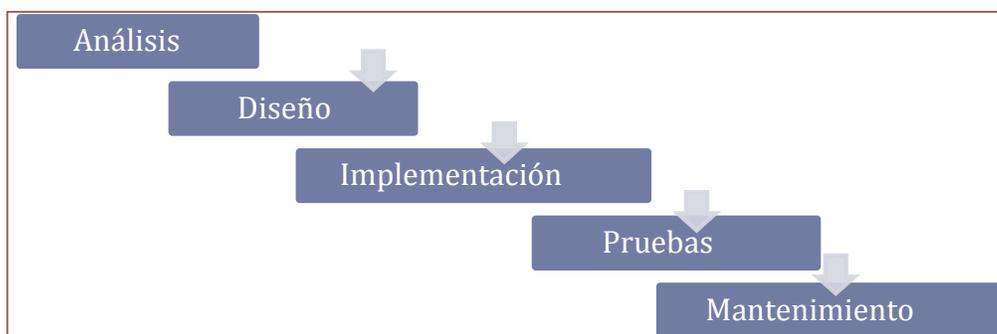


Figura 9. Modelo secuencial

2.4.1.1.2. CASCADA

Propuesto por Winston Royce en 1970. Este método modela el ciclo convencional de la Ingeniería del Software, aplicando un enfoque sistemático y secuencial de desarrollo que comienza con la ingeniería del sistema y progresa a través del análisis, diseño, codificación, pruebas y mantenimiento.

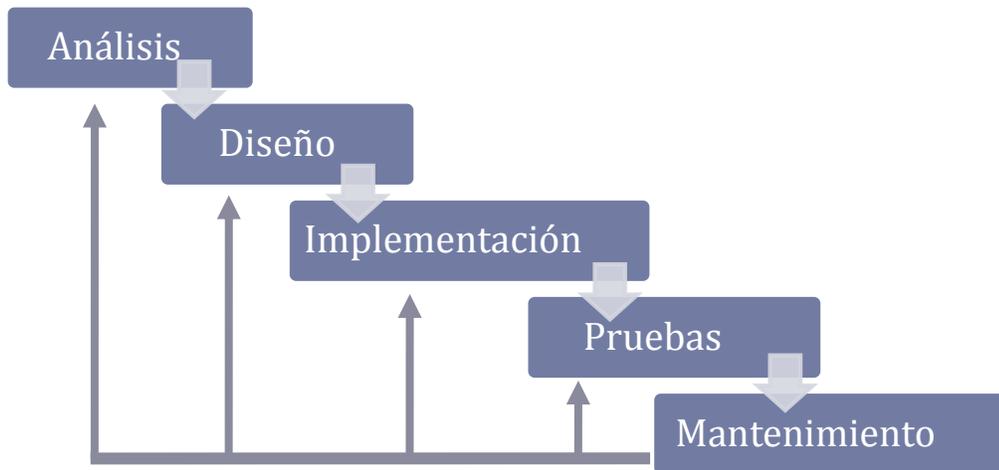


Figura 10. Modelo cascada

Reconoce la importancia de disponer de los requerimientos y un diseño previo antes de comenzar con la codificación del sistema, pero al mismo tiempo se enfrenta al hecho de que en la realidad la dificultad que supone disponer de documentación elaborada de requisitos y diseño antes de empezar a codificar puede actuar como una barrera que bloquee el comienzo de la siguiente fase. Resulta apropiado en el desarrollo de sistemas similares que en el desarrollo secuencial.

2.4.1.1.3. *ESPIRAL*

Definido por Boehm en 1988, presenta un desarrollo evolutivo, en contraste a la linealidad de los anteriores. Introduce el concepto de “análisis de riesgo” para guiar la evolución del proceso de desarrollo.

El ciclo de iteración de este modelo se convierte en una espiral, que al representarse sobre ejes cartesianos muestra en cada cuadrante una clase particular de actividad: planificación, análisis de riesgo, ingeniería y evaluación, que se suceden de forma consecutiva a lo largo del ciclo de vida del desarrollo. La dimensión angular representa el avance relativo en el

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

desarrollo de las actividades de cada cuadrante. En cada ciclo de la espiral se realiza una parte del desarrollo total a través de los cuatro tipos de actividades.

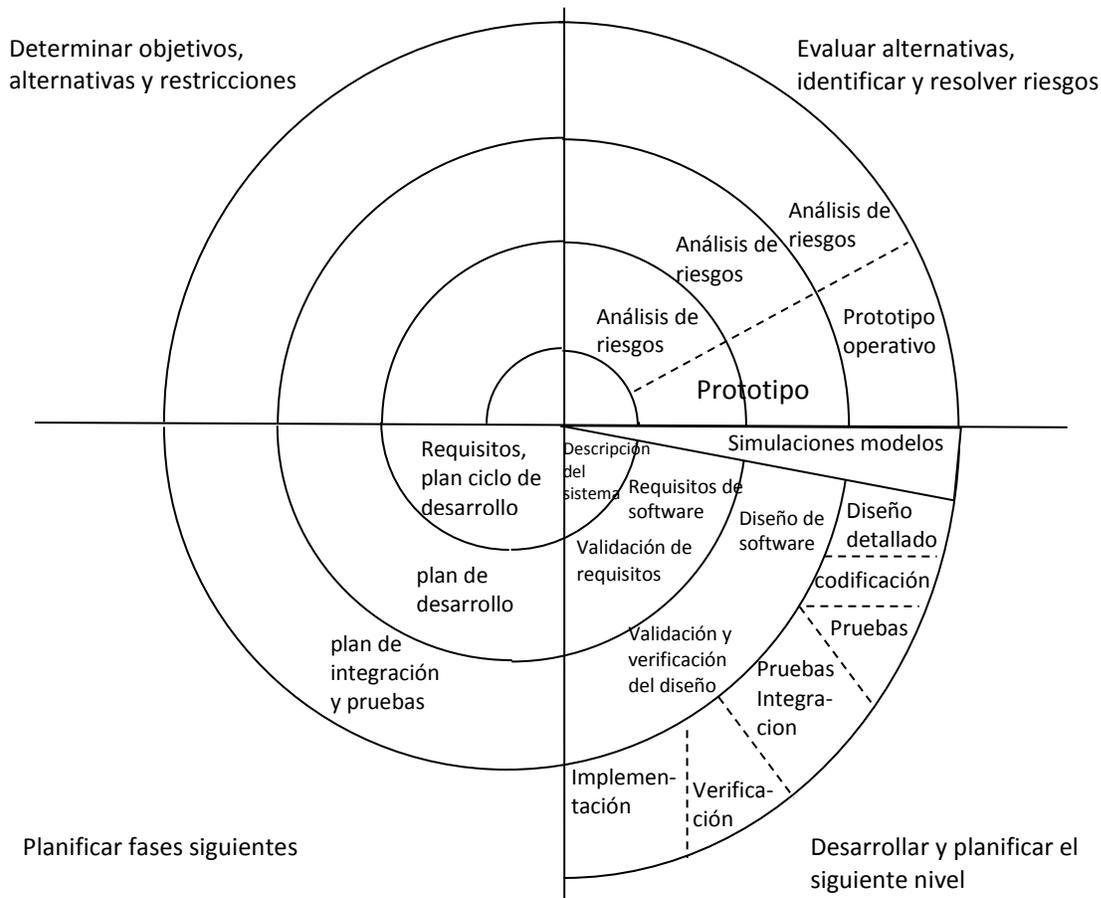


Figura 11. Modelo espiral

En la planificación de cada vuelta se establece el contexto del desarrollo y se decide que parte del mismo se abordará en el ciclo siguiente. Las actividades de análisis de riesgo evalúan las alternativas posibles para la ejecución de la siguiente parte del desarrollo, seleccionando la más ventajosa y previendo los riesgos posibles.

Las actividades de ingeniería corresponden a las indicadas en los modelos lineales: análisis, diseño, codificación, etc. Las actividades de evaluación analizan los resultados de la fase de ingeniería, tomando el resultado de la evaluación como punto de partida para el análisis de la siguiente fase.

Este modelo permite múltiples combinaciones ya que la planificación de cada ciclo determina el avance que se va a ejecutar durante la vuelta. Este puede consistir en la obtención y validación de requisitos, o en el desarrollo del diseño, o el diseño junto con la codificación, o en la obtención de un subsistema completo.

En función de las combinaciones empleadas se podría argumentar que un desarrollo en espiral puede acabar siendo idéntico a otro modelo, si al comenzar se tiene decidido que se van a abordar las fases de una cascada de forma secuencial, indudablemente se va a seguir un modelo en cascada, como se muestra en la Figura 12.

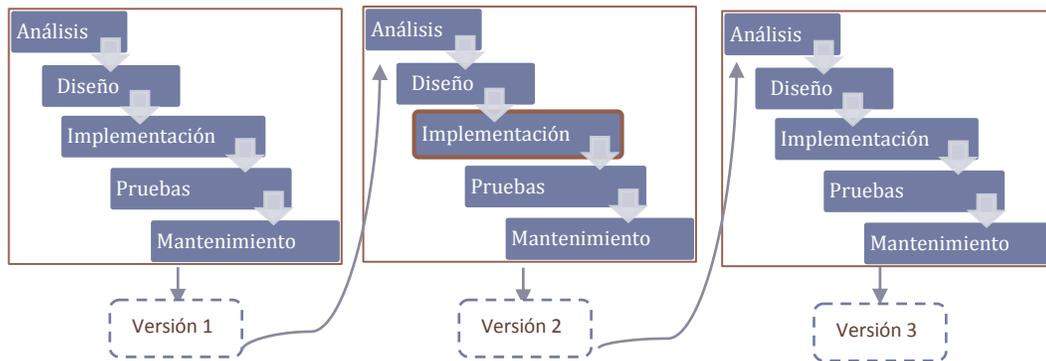


Figura 12. Modelo iterativo

Si se determina ir elaborando partes del sistema, se opta por un ciclo de vida incremental. Si solo se determina dar un pequeño paso, y después de conseguido, evaluar el resultado y planificar el siguiente paso, y antes de cada ejecución se analizan los riesgos, en ese caso el modelo seguido es un modelo espiral.

2.4.1.1.4. Modelo V

Este modelo maneja la concepción de que las pruebas necesitan empezarse lo más pronto posible en el ciclo de vida. También muestra que las pruebas no son sólo una actividad basada en la ejecución. Hay una variedad de actividades que se han de realizar antes del fin de la fase de codificación. Estas actividades deberían ser llevadas a cabo en paralelo con las

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

actividades de desarrollo, y los técnicos de pruebas necesitan trabajar con los desarrolladores y analistas de negocio de tal forma que puedan realizar estas actividades y tareas y producir una serie de entregables de pruebas.

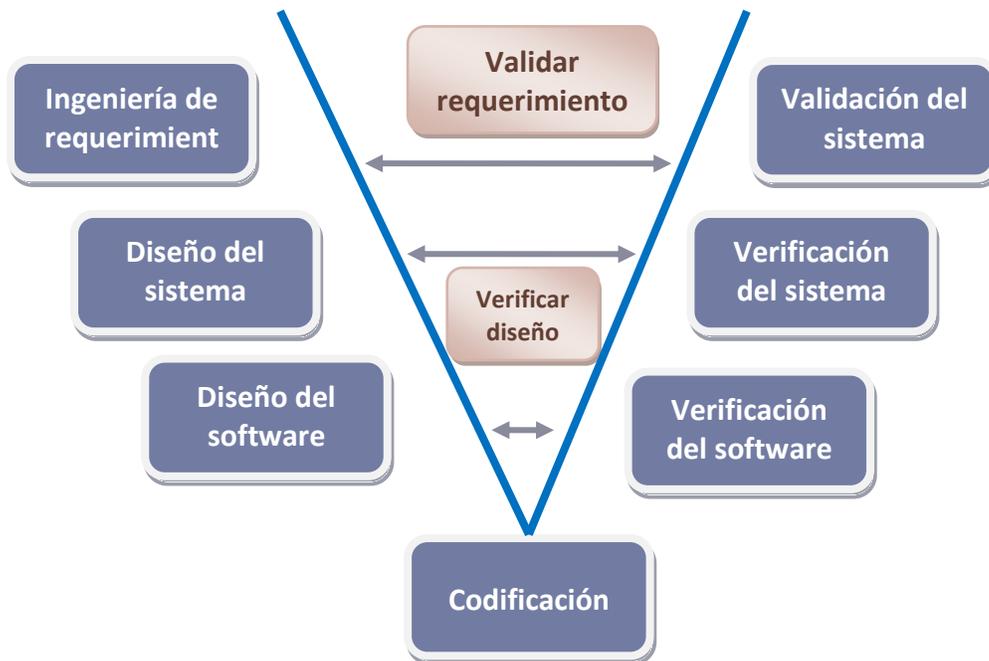


Figura 13. Modelo en V

El modelo en V representa la secuencia de pasos en el desarrollo del ciclo de vida de un proyecto. Describe las actividades y resultados que han de ser producidos durante el desarrollo del producto. La forma de entenderlo es analizando sus estructura, la parte izquierda de la V representa la descomposición de los requisitos y la creación de las especificaciones del sistema. El lado derecho representa la integración de partes y su verificación. V significa “Validación y Verificación”.

2.4.1.2. MODELOS DE CICLOS DE EVOLUCION

2.4.1.2.1. INCREMENTAL

El modelo incremental mitiga la rigidez del modelo en cascada, descomponiendo el desarrollo de un sistema en partes; para cada una de las cuales se aplica un ciclo de desarrollo. Es conveniente debido a que brinda al usuario pequeños subsistemas operativos que ayudan a perfilar mejor las necesidades reales del sistema en su conjunto, esto en periodos cortos de tiempo, permitiendo la incorporación de nuevos requisitos no previstos al principio. Sin embargo, no se puede comenzar un subsistema nuevo si no se ha concluido el anterior.

Es apropiado cuando el cliente necesita comenzar a utilizar módulos funcionales, sin tener que esperar a que se concluya el proyecto completo. De igual modo cuando los requisitos se obtienen de forma escalonada a través de los subsistemas.



Figura 14. Ciclo incremental

2.4.1.2.2. EVOLUTIVO

Este modelo está compuesto por varios ciclos de desarrollo, cada uno produce un sistema completo con el que se operará en el entorno de operación. La información acumulada en el desarrollo de cada sistema y durante su fase de operación sirve para mejorar o ampliar los requisitos y el diseño del siguiente.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

Resulta apropiado aplicarlo cuando el desconocimiento inicial de todas las necesidades operativas que serán precisas, generalmente por tratarse del desarrollo de un sistema que operará en un entorno nuevo sin experiencia previa. Así mismo cuando se necesita que el sistema empiece a operar en tiempos inferiores a los que serían necesarios para diseñarlo e implementarlo completamente o cuando se desarrolla en entornos cambiantes, sujeto a normas legislativas, mejora continua, etc.

Está planteado en un principio para desarrollos en cascada, aunque también podría plantearse un ciclo de vida evolutivo con desarrollos en espiral.

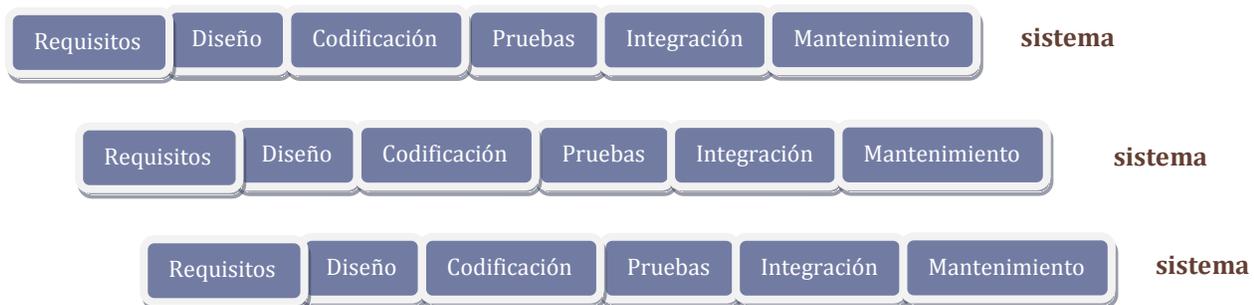


Figura 15. Ciclo evolutivo

Los modelos mencionados anteriormente son los tradicionales, con el tiempo se fueron tornando poco flexibles, debido a los estándares tan rigurosos que los dirigen ante las dificultades presentes en estos modelos referentes al tiempo y flexibilidad, surgen las llamadas metodologías ágiles en respuesta a la problemática anterior, son orientadas a proyectos pequeños y constituyen una solución a la medida del entorno, simplificando las prácticas y asegurando la calidad del producto.

El término ágil aplicado al desarrollo de software surge en una reunión celebrada en UTAH, en febrero de 2001 con el objetivo de idear los valores y principios que permitirían a los equipos de desarrollo crear software rápidamente, respondiendo a los cambios surgidos a lo largo del proyecto, ofreciendo una alternativa a los procesos tradicionales. En dicha reunión se creó *The Agile Alliance*, organización, sin ánimo de lucro, que promueve los

conceptos relacionados con el desarrollo ágil de software, apoyando las organizaciones para que adopten dichos conceptos.

Las principales diferencias entre las metodologías tradicionales y las ágiles están descritas en el Manifiesto ágil, en las metodologías ágiles se valora al individuo y las interacciones del equipo de desarrollo sobre el proceso y las herramientas, desarrollar software que funciona más que conseguir una buena documentación, la colaboración con el cliente más que la negociación mediante contrato, respuesta a los cambios más que seguir rigurosamente algún plan. (Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software)

De los métodos mostrados no se puede determinar cuál es mejor o peor, ya que ninguna metodología es universal para afrontar con éxito cualquier proyecto de desarrollo de software. Toda metodología debe ser adaptada al contexto del proyecto, es decir, los recursos humanos, técnicos, el tiempo límite para el desarrollo, el tipo de sistema, etc.

2.4.2. Requerimientos de software

Los requerimientos representan una tarea donde se identifican las necesidades, características y funciones del sistema o software que requiere el usuario. Es de fundamental importancia recalcar, que los requerimientos pueden cambiar durante el desarrollo del software, debido a que el cliente identifique nuevos factores que podrían mejorar el funcionamiento. (Presman, 2010)

La parte más difícil en la construcción de sistemas de software es decidir precisamente que construir. Ninguna otra parte del trabajo conceptual es tan ardua como establecer los requerimientos técnicos detallados, incluyendo todas las interfaces con humanos, máquinas y otros sistemas de software. Ninguna otra parte del trabajo puede perjudicar tanto el resultado final si se realiza de forma errónea. Ninguna otra parte es tan difícil de rectificar posteriormente. (Frederick P. Brooks, 1995)

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

Un estudio realizado por Standish Group analizó el desarrollo de 8000 proyectos de software realizados por 350 empresas diferentes y concluyó que solo el 16% de los proyectos se concluyeron con éxito. Las principales causas de los problemas fueron:

- Requisitos deficientes.
- La planificación de agendas y estimaciones de costes no se realizaron en base a los requisitos.
- Deficiencias en la aplicación de procesos y desconocimiento del ciclo de vida del proyecto.

En la literatura no será extraño encontrar que diferentes autores clasifican o presentan los conceptos clave de diferentes formas, sin perder de vista los conceptos básicos que siempre son los mismos: obtención, análisis, especificación, validación y verificación y gestión. Se analizaran estas cinco áreas clave, que se trabajan para el correcto manejo tanto en requisitos de sistema como en los requisitos de software, estas cinco etapas se realizan al comienzo del proyecto antes de pasar al diseño de software.

Obtención de requerimientos.

Es el paso primordial y del cual depende desde el éxito de las siguientes etapas hasta el del proyecto completo. Consiste en conocer y comprender las necesidades y problemas del cliente, deben identificarse todas las fuentes de requisitos implicadas en el sistema y, en función de las características del entorno y del proyecto se emplean técnicas más apropiadas para la identificación de las necesidades que deben satisfacerse.

Existen técnicas para la obtención de requerimientos, entre las cuales se encuentran las reuniones, cuestionarios, entrevistas, casos de uso, diagramas de flujo, escenarios, prototipos rápidos o evolutivos, observación de protocolos, documentación y otros sistemas.

Análisis de requerimientos.

Una vez que se cuenta con la información necesaria, debe ser sintetizada, darle prioridades, analizar posibles contradicciones o conflictos, descomponer el sistema y distribuir las

necesidades en cada etapa del proyecto, delimitar el alcance del sistema y definir la interacción con su entorno.

Especificación de requerimientos.

Una vez que se tiene organizada toda la información que afecta los requerimientos del software es necesario plasmarla en forma de requisitos en los documentos que sirven de base de entendimiento y acuerdo entre el cliente y el desarrollador, estableciendo la guía para el desarrollo, así como los criterios de validación del producto final.

Esta se puede realizar bajo documentos estándares que muestran una manera adecuada de definirlos, gestionarlos y administrarlos, documentar esta fase es de suma importancia ya que es la base del proyecto en general, no se puede pasar a la siguiente etapa si la especificación de requerimientos no ha sido aceptada por ambas partes del contrato.

Verificación y Validación de requerimientos.

Los requerimientos deben ser formal y técnicamente correctos, verificación. Deben también, satisfacer las necesidades del sistema, sin omitir ninguna ni incluir funcionalidades innecesarias, validación.

Estos términos pudieran confundirse, el criterio que los diferencia es que la verificación se refiere a la calidad formal, requerimientos no ambiguos, completos, posibles, verificables, etc., en cambio la validación se comprende la adecuación del entorno de producción, en el caso de la documentación, la conformidad por parte del cliente de que reflejan lo que el requiere.

Gestión de requerimientos.

Los requerimientos cambiarán durante el desarrollo del sistema, y es necesario poder trazar en cada cambio las partes afectadas, así como poder cuantificar el impacto que cada modificación causa en la planificación del proyecto.

El IEEE proporciona un estándar para la realización de la especificación de los requerimientos de software, documento donde se detallan las funciones que realiza

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

determinado producto de software, programa o conjunto de programas en un determinado entorno. Los aspectos básicos que una descripción de requisitos debe cubrir son:

- **Funcionalidad.** Descripción de lo que el software debe hacer.
- **Interfaces externas.** Cómo debe interactuar el software con las personas, el sistema de hardware o con otros sistemas.
- **Rendimiento.** Indicación de la velocidad, disponibilidad, tiempos de respuesta, tiempos de recuperación, tiempos de determinadas funciones.
- **Atributos.** Consideraciones de portabilidad, corrección, mantenibilidad, seguridad, etc.
- **Restricciones de diseño en la implementación.** Indicación de las restricciones que puedan afectar por la necesidad de sometimiento a estándares, lenguajes, políticas de integridad de bases de datos, límites de recursos disponibles para el desarrollo, sistema operativo, etc.

La especificación de requerimientos de software no debe incluir requisitos de diseño o de proyecto, no debe especificar división del software en módulos, distribución de funciones, descripción del flujo de información entre los módulos, ni elegir las estructuras de datos.

2.4.2.1. Clasificación de requerimientos

Requerimientos funcionales. Definen el comportamiento del sistema así como las tareas que debe realizar. Al definir un requisito funcional es importante mantener el equilibrio entre la excesiva generalidad, insuficiencia de detalle y el exceso de detalle con precisiones y descripciones innecesarias o redundantes.

Requerimientos no funcionales. Definen aspectos, que sin ser funcionalidades resultan deseables desde el punto de vista del usuario. Generalmente comprenden atributos de

calidad como tiempos de respuesta, características de usabilidad, facilidad de mantenimiento, entre otras.

Requerimientos de interfaz. Definen las interacciones del sistema con su entorno, desde usuarios hasta otros sistemas.

Restricciones. Los requerimientos definen el QUÉ más no el CÓMO. La clasificación entre requerimientos y restricciones las debe considerar el analista para que el equipo de trabajo sepa hasta qué punto determinados aspectos limitan sus opciones de trabajo, y poder mantener así la trazabilidad con su origen. El analista debe elegir de entre todas las opciones tecnológicamente posibles aquellas que según su criterio profesional y las circunstancias del sistema aporten una mejor solución para la implementación.

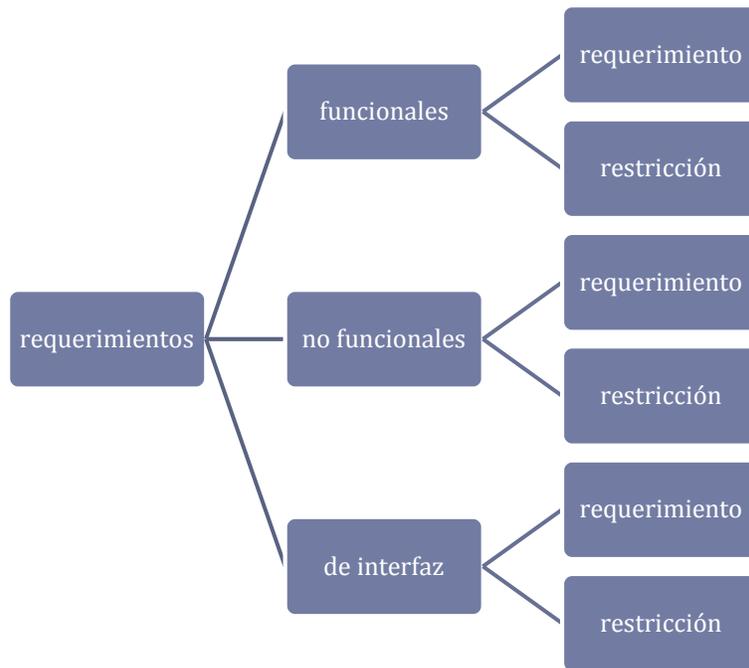


Figura 16. Clasificación de requerimientos

2.4.3. Diseño de software

Es el proceso de definición de la arquitectura, componente, interfaces y otras características de un sistema o de un componente. Comprende la descripción de la arquitectura del sistema con el nivel de detalle suficiente para guiar su construcción.

- Descomposición del sistema
- Organización entre los componentes del sistema
- Interfaces entre los componentes

En esta etapa se analizan los requerimientos del software para desarrollar una descripción de la estructura interna y la organización del sistema que servirá de base para su construcción. Debe diseñarse una solución donde la complejidad del sistema debe dividirse para hacerlo dirigible, generando diversos modelos de los diferentes aspectos.

La etapa del diseño de software incluye actividades intermedias como el diseño de la arquitectura de software que consiste en la descripción general, identificación de componentes y su organización y relaciones en el sistema. Incluye también, el diseño detallado del software donde se definen y estructuran los componentes, datos e interfaces, además de elaborar las estimaciones de tiempo y tamaño.

El resultado de la planificación del diseño es la documentación denominada “Descripción del Diseño de Software”, estándar IEEE 1016-1998, el cual describe practicas recomendadas para describir los diseños de software. Especifica la información que debe contener y da recomendaciones de cómo organizarla. Puede ser utilizado en software comercial, científico o militar sin limitación por el tamaño, complejidad o nivel de criticidad. No establece ni limita metodologías de diseño, gestión de la configuración o aseguramiento de la calidad.

2.4.4. Verificación y validación

Aunque pudieran confundirse, en el contexto de la Ingeniería de Software sus significados son distintos, verificación se refiere a la determinación con medios objetivos y repetibles de que un elemento satisface los requerimientos y validación hace referencia a la determinación con medios objetivos y repetibles de que un elemento puede emplearse para el fin que tiene asignado.

Estas actividades en un proyecto requieren esfuerzo, por lo tanto deben ser contempladas y estimarse de forma apropiada en el plan del proyecto. En función de las características del proyecto, los costes directos e indirectos suelen situarse en rangos del 5% al 40%⁴ del costo total del proyecto.

Es la disciplina de gestión y actividad para garantizar que el software operará según lo especificado en los requerimientos y las necesidades del usuario.

2.4.5. Mantenimiento

Es la modificación de un proyecto de software, después de su entrega para corregir errores, mejorar el rendimiento u otros atributos o adaptar el producto a cambios del entorno.

El mantenimiento del software se clasifica generalmente en tres etapas, en función de cuál es la causa que motiva el cambio:

- Adaptativo. Permite al software continuar en funcionamiento, adaptándose a cambios producidos en su entorno de operación. Los cambios típicos se centran en

⁴ Boehm "Software Engineering Economics" 1981 – Marciniak J.J. Encyclopedia of Software Engineering 1994 – Neal, R.D. "A Case Study of IV & V Cost Effectiveness" 1997

el hardware con el que interactúa, en el sistema operativo o en formatos de datos que recibe o envía.

- Correctivo. Tiene como finalidad corregir fallas o problemas, dentro de esta categoría se puede encontrar “de emergencia” o “de agenda”; en función de la urgencia con la que deba aplicarse la solución.
- Perfectivo. Se realiza para dar respuesta a nuevos requisitos del cliente o para mejorar el rendimiento del sistema.

2.5. Bases de datos⁵

Una base de datos es una colección de datos organizados o clasificados entre sí y pertenecientes a un mismo contexto, en un archivo lógico y en uno o varios archivos físicos.

Un sistema de bases de datos es una colección de archivos interrelacionados y un conjunto de programas que permitan a los usuarios acceder y modificar estos archivos. Uno de sus propósitos principales es proporcionar a los usuarios una visión abstracta de los datos, es decir, esconder ciertos detalles de cómo se almacenan y mantienen los datos.

Al hacer uso de una base de datos puede reducirse la redundancia y evitarse la inconsistencia de los datos, si no cumple con esto, la base puede arrojar información incorrecta y contradictoria. Para evitar esto se pueden aplicar restricciones de consistencia e integridad así como restricciones de seguridad y asignación de roles para los distintos usuarios.

⁵ Para el desarrollo del tema de bases de datos se utilizó el libro (Silberschatz, F. Korth, & Sudarshan, 2002)

2.5.1. Abstracción de datos

Una preocupación latente para los sistemas de bases de datos es la recuperación eficiente de los datos, por ello se han diseñado estructuras de datos complejas para la representación de los datos en las bases de datos. No siempre los usuarios están familiarizados con los sistemas de computación, es por ello que se esconde la complejidad a través de niveles de abstracción para simplificar la interacción de los usuarios con los sistemas.

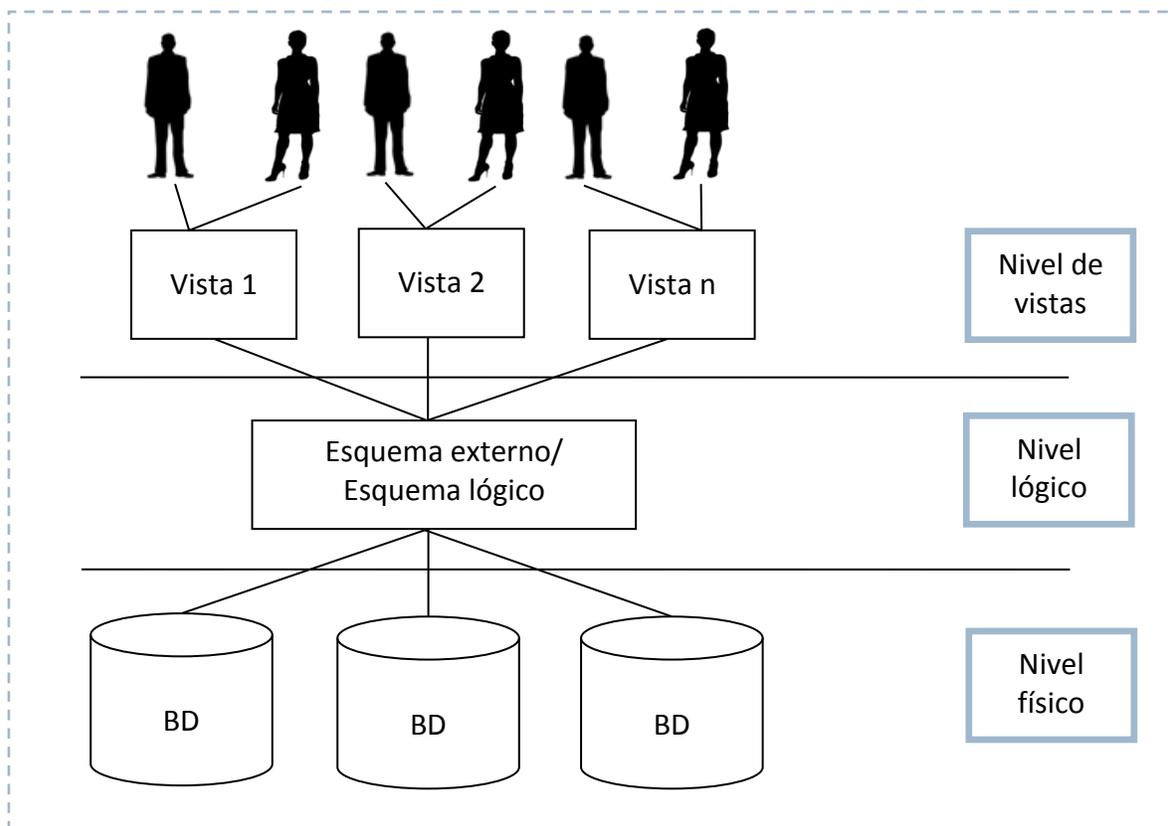


Figura 17. Niveles de abstracción de los datos. Elaboración propia

Nivel físico

Es el nivel más bajo de abstracción, se describen como se almacenan realmente los datos, describe también, a detalle las estructuras de datos complejas de bajo nivel.

Nivel lógico

A este nivel, se describen qué datos se almacenan en la base de datos y que relaciones existen entre esos datos. La base de datos completa se describe así en términos de un número pequeño de estructuras relativamente simples.

Nivel de vistas

El nivel más alto de abstracción describe solo parte de la base de datos completa. No todos los usuarios necesitan la misma información, mucho menos la base de datos completa, es por ello que se define este nivel donde se pueden proporcionar muchas vistas de la misma base de datos.

2.5.2. Modelos de datos

El modelo de datos es una colección de herramientas conceptuales para describir los datos, las relaciones, la semántica y las restricciones de consistencia.

Existen distintos modelos de datos entre los que destacan el modelo jerárquico, modelo semiestructurado, modelo orientado a objetos, modelo relacional, por mencionar algunos.

Se profundizará en el modelo relacional, definiendo previamente el modelo conceptual del cual se deriva el modelo relacional.

2.5.2.1. Modelo conceptual

El modelo conceptual también conocido como entidad-relación, es el bosquejo para el diseño de la base de datos, no puede considerarse como un modelo de datos, sin embargo, es comúnmente utilizado para el primer diseño de la base para posteriormente traducirlo al modelo relacional.

Este modelo está basado en una percepción del mundo real que consta de una colección de objetos básicos, llamados *entidades* y de *relaciones* entre ellas. Una entidad es una cosa u objeto en el mundo real que es distinguible de otros objetos, por ejemplo, una persona es una entidad y sus cuentas bancarias pueden representar otra entidad. Las entidades se dividen en fuertes y débiles, las fuertes cuentan con los atributos necesarios para distinguirse de otra entidad de forma única, en cambio para una entidad débil sus atributos no son suficientes para distinguirse de otra, más bien su existencia depende de otra entidad.

Cada entidad es descrita por una serie de atributos, entre esos atributos debe encontrarse alguno que sirva para identificar cada registro, es decir, un identificador único. Se pueden encontrar distintos tipos de atributos como los simples que no se subdividen, los compuestos se dividen en otros atributos como una dirección puede dividirse en calle, colonia, delegación. El atributo que identifica de forma única es también llamado univaluados no debe haber dos iguales, contrario a los multivaluados que pueden tener más de valor para una entidad concreta, como los números de teléfono. Se encuentran también los atributos derivados los cuales pueden ser calculados a partir de otro atributo de la entidad.

Una relación es una asociación entre varias entidades. De esta relación entre entidades puede surgir la necesidad de un atributo descriptivo propio de una relación como en un ticket de compra, existe la entidad cliente y producto se relacionan por una compra de la cual hay que guardar fecha, importe, etc.

Llaves

Las llaves son atributos que funcionan como identificadores de la entidad. Tanto la llave primaria (primary key) como la foránea (foreign key) corresponden a un atributo de la entidad a la que pertenecen. La llave primaria, debe ser un identificador único, es decir, sin importar cuantos registros tenga la tabla este atributo no podrá ser idéntico a otro, bajo esta restricción se mantiene la integridad de la base de datos.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

El concepto de llave candidata se puede interpretar como las posibles llaves primarias o incluso para asegurar la integridad de los datos ya que son atributos que son únicos, restricción que debe mantenerse en todo el diseño e implementación de la base de datos.

El discriminante es un atributo único de una entidad débil, no podría llamarse llave primaria debido a las características de la entidad, pero sirve como identificador.

La llave foránea se refiere de igual modo a un identificador único, en este caso de una entidad externa, es decir, la llave foránea es la que establece la relación entre dos o más entidades. La entidad externa como a la que pertenece deben tener un atributo en común, es decir, debe ser del mismo tipo de dato así como la misma longitud, el nombre es indistinto, esta es la manera en que se implementa una relación del E-R.

La cardinalidad es el número máximo o mínimo de ejemplares de un tipo de entidad que puede asociarse con un ejemplar del otro.

Uno a uno (1:1)

Una entidad está asociada únicamente a un elemento de otra entidad y viceversa. Por ejemplo, un alumno tiene solo un número de cuenta, y un número de cuenta solo puede pertenecer a un alumno.

Uno a muchos (1:m), muchos a uno(m:1)

Una entidad está relacionada con cualquier número de elementos en otra entidad la cual solo puede asociarse con un elemento de la primer entidad.

(1;m) Departamento tiene empleados

Un departamento tiene muchos empleados, un empleado puede pertenecer solo a un departamento.

(m:1) Facultades pertenecen Universidad

Una facultad pertenece solo a una Universidad, una universidad tiene muchas facultades.

Muchos a muchos (m:n)

Una entidad está asociada a cualquier número de elementos de otra entidad, que de igual modo está asociada con cualquier número de elementos de la primera entidad.

Profesores imparten asignaturas: un profesor puede impartir muchas asignaturas y una asignatura puede ser impartida por muchos profesores.

La estructura lógica general de una base de datos se puede expresar gráficamente mediante un diagrama entidad-relación (E-R), que está compuesto por entidades, representadas por rectángulos las cuales posee atributos encerrados por elipses y unidos a la entidad que describen mediante líneas rectas, relaciones establecidas mediante rombos unidas a las distintas entidades por líneas rectas.

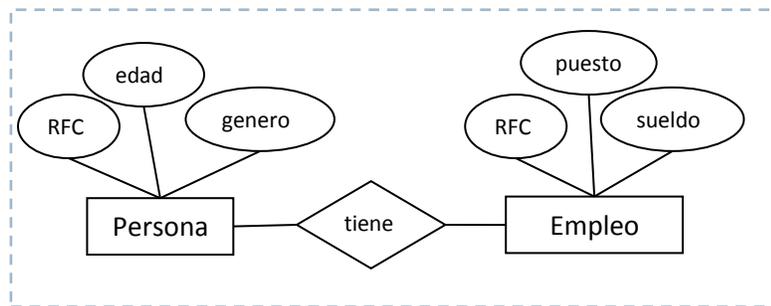


Figura 18. Ejemplo de diagrama E-R

2.5.2.2. Modelo relacional

En este modelo se utiliza un grupo de tablas para representar los datos y las relaciones entre ellos. Cada tabla está compuesta por varias columnas con un nombre único.

El modelo relacional es un ejemplo de un modelo basado en registros, llamado así porque la base de datos se estructura en registros de formato fijo de varios tipos. Cada tabla contiene registros que definen un número fijo de campos o atributos, representados en la tabla por columnas.

El modelo de datos relacional es el más ampliamente usado. Se encuentra a un nivel de abstracción inferior al modelo E-R. Los diseños de bases de datos por lo general se realizan en un diagrama E-R para posteriormente traducirse al modelo relacional.

2.5.3. Lenguaje de bases de datos

El sistema de bases de datos proporciona un lenguaje de definición de datos para especificar el esquema de la base de datos. Un lenguaje de manipulación de datos para expresar las consultas a la base de datos y las modificaciones. En la práctica esto se engloba en un solo lenguaje de bases de datos, SQL (Structured Query Language), representa el estándar para la creación y manipulación de bases de datos.

2.5.3.1. Lenguaje de definición de datos (DDL)

Lenguaje mediante el cual se define los datos. Las instrucciones del DDL especifican el almacenamiento y los métodos de acceso usados por el sistema de bases de datos. Así como los detalles de implementación de los esquemas de bases de datos, que se ocultan usualmente a los usuarios.

El diccionario de datos contiene metadatos, datos acerca de los datos. El esquema de una tabla es un ejemplo de metadatos.

Las sentencias de definición son:

CREATE ALTER DROP

2.5.3.2. Lenguaje de manipulación de datos (DML)

La manipulación de los datos se refiere a la recuperación de información almacenada, inserción de información nueva, eliminación de información o modificación de la información de la base de datos.

Este lenguaje permite a los usuarios acceder y manipular los datos mediante las sentencias:

SELECT	DELETE
UPDATE	INSERT

2.5.3.3. Lenguaje de control

Es usado para la administración de base de datos dando o revocando permisos a los usuarios de las distintas bases de datos o tablas de las mismas. Las sentencias utilizadas son:

GRANT
REVOKE

2.5.4. Usuarios y administradores de la base de datos

Dentro de los principales objetivos de una base de datos, además de almacenar la información es recuperarla. Es por ello que las personas que usan una base de datos se catalogan como usuarios de bases de datos. Hay cuatro tipos de usuarios según su interacción con el sistema de bases de datos.

- **Usuarios finales.**

Son usuarios no necesariamente con conocimientos acerca de computación y mucho menos de administración de base de datos, únicamente buscan recuperar información por medio de algún programa de aplicación que invoca a la base

- **Programador de aplicaciones.**

Profesionales informáticos que diseñan y escriben programas de aplicación. Dentro del ámbito del desarrollo Web existe una muy amplia gama de herramientas para la programación de las interfaces de usuario. Detrás de dicha interfaz de usuario se

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

encuentra la conexión e interacción de la misma con la base de datos para la recuperación y manipulación de la información.

- **Usuarios sofisticados.**

Estos usuarios interactúan con el sistema sin programas previamente realizados, en su lugar utilizan lenguaje DML para realizar consultas a la base de datos. Un ejemplo de usuario sofisticado son los analistas de bases de datos.

- **Usuarios especializados.**

Son usuarios sofisticados que escriben aplicaciones de bases de datos especializadas, como los sistemas de diseño asistido por computadora, sistemas de bases de conocimiento y sistemas expertos, sistemas que almacenan datos complejos como gráficos o audio, por mencionar algunos.

De la descripción de los usuarios anteriores en ningún caso se define un usuario que tenga el control de la base de datos, ni quien la creó, esta razón es porque la persona encargada no es un usuario, es llamado **administrador de base de datos** (DBA, por sus siglas en inglés DataBase Administrator).

Al usar un Sistema Administrador de Bases de Datos se busca tener un control centralizado tanto de los datos como de los programas que acceden a ellos, sin embargo se necesita a una persona que tenga el control central del sistema y es precisamente el administrador de la base de datos, del que se pueden listar las siguientes funciones:

- Definir el esquema. El DBA crea el esquema original de la base de datos escribiendo un conjunto de instrucciones de definición de datos en el DDL
- Definir la estructura y el método de acceso

- Modificar el esquema y la organización física. El DBA realiza cambios en el esquema y en la organización física para reflejar las necesidades cambiantes de la organización, o para alterar la organización física para mejorar el rendimiento.
- Autorizar acceso a los datos. El DBA puede determinar a qué partes de la base de datos puede acceder cada usuario. La información de autorización se mantiene en una estructura del sistema especial que el sistema de bases de datos consulta cuando se intenta el acceso a los datos en el sistema.
- Mantenimiento rutinario. Copias de seguridad periódicas de la base de datos, ya sea en discos o en otros servidores remotos para evitar pérdidas, por ejemplo, en casos de desastres naturales. Asegurar que haya espacio libre en disco para las operaciones normales y aumentar el espacio según sea necesario. Supervisar los trabajos que se ejecuten en la base de datos y asegurarse de que el rendimiento no se degrada por tareas muy costosas iniciadas por algunos usuarios.

2.5.5. Estructura de un sistema de bases de datos

Un sistema de bases de datos se divide en módulos que se encargan de cada una de las responsabilidades del sistema completo. Los componentes funcionales de un sistema de bases de datos se pueden dividir en administrador de almacenamiento y procesador de consultas.

Un administrador de almacenamiento es un módulo de programa que proporciona la interfaz entre los datos de bajo nivel en la base de datos y los programas de aplicación y consultas emitidas al sistema. Es el responsable de la interacción con el administrador de archivos, el administrador de almacenamiento traduce las diferentes instrucciones DML a órdenes de un sistema de archivos de bajo nivel. Así, el administrador de almacenamiento es responsable del almacenamiento, recuperación y actualización de los datos de la base de datos.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

El administrador de almacenamiento está compuesto por el administrador de autorización e integridad que comprueba que se satisfagan las restricciones de integridad y la autorización de los usuarios para acceder a los datos, el administrador de transacciones que asegura que la base de datos quede en un estado consistente a pesar de fallos del sistema, administrador de archivos que gestiona la reserva de espacio de almacenamiento de disco y las estructuras de datos usadas para representar la información almacenada en disco y el administrador de memoria intermedia que es el responsable de traer los datos del disco de almacenamiento a memoria principal y decidir qué datos tratar en memoria caché, este administrador es una parte crítica del sistema ya que permite que la base de datos maneje tamaños de datos que son mucho mayores que el tamaño de la memoria principal.

En el administrador de almacenamiento se implementan estructuras de datos como archivos de datos que contienen los datos en sí, el diccionario de datos que almacena metadatos acerca de la estructura de la base de datos, índices que proporcionan acceso rápido a elementos de datos que tienen valores particulares.

El procesador de consultas incluye el intérprete DDL que interpreta las instrucciones y registra las definiciones en el diccionario de datos, el compilador DML que traduce las instrucciones en un lenguaje de consultas a un plan de evaluación que consiste en instrucciones de bajo nivel que entiende el motor de evaluación de consultas y el motor de evaluación de consultas que ejecuta las instrucciones de bajo nivel generadas por el compilador DML.

2.5.6. Sistemas Administradores de Bases de Datos

Un Sistema Administrador de Bases de Datos (SABD) consiste en una base de datos interrelacionados y una colección de programas para acceder a esos datos. Los datos describen una empresa particular.

Su objetivo principal es proporcionar un entorno que sea tanto conveniente como eficiente para las personas que lo usan para la recuperación y almacenamiento de información.

En la actualidad hay gran variedad de SADB algunos con un alto costo otros de uso libre, si bien es cierto que tienen algunas carencias respecto a uno con licencia, tienen grandes funcionalidades, solo es cuestión de determinar lo más adecuado para el proyecto a desarrollar.

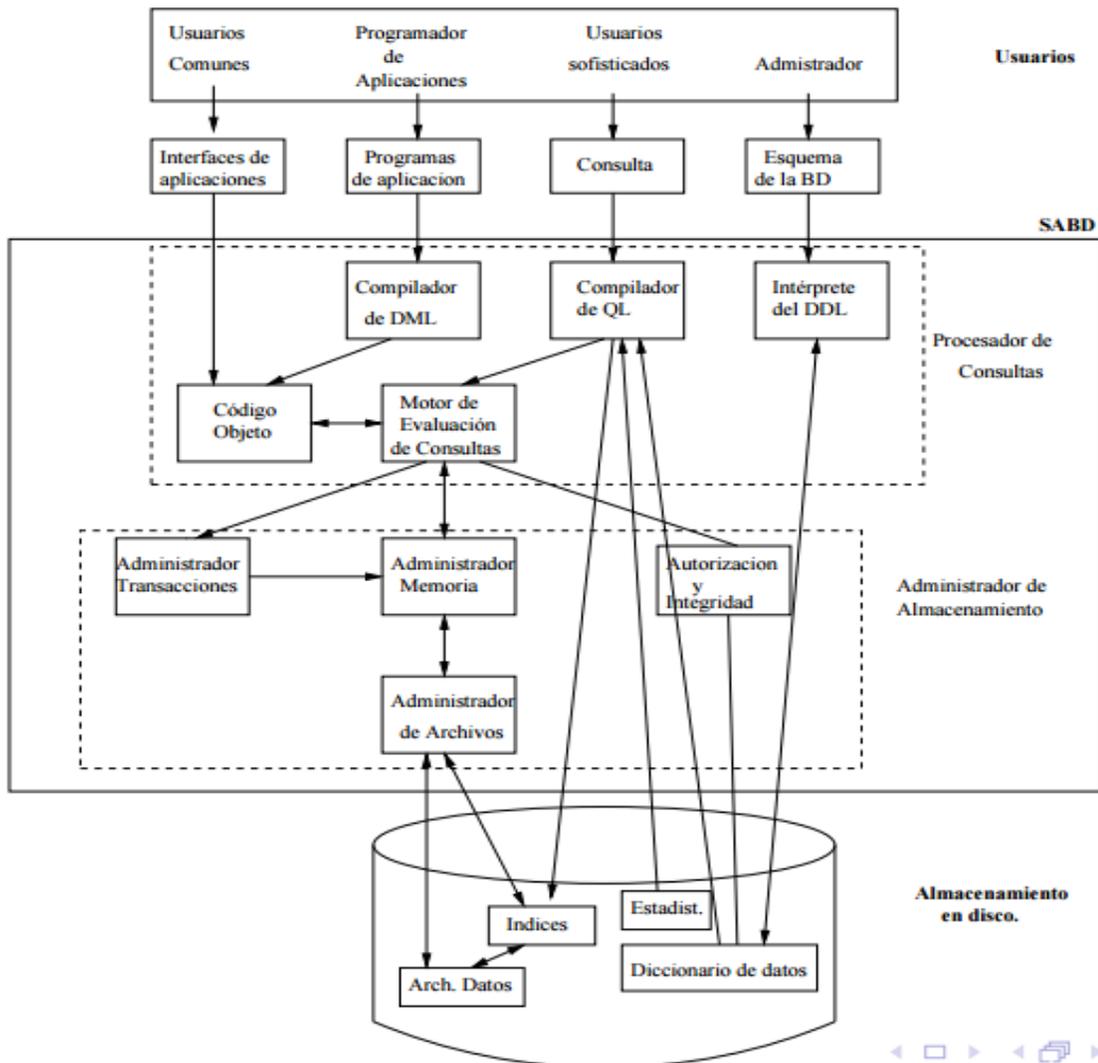


Figura 19. Arquitectura del Sistema Administrador de Bases de Datos. (López Gaona)

CAPÍTULO 3

3. DESARROLLO

3.1. Descripción general del sistema

- Diseñar un sistema para la obtención y presentación de la información obtenida en el observatorio de Radiación Solar.
- Presentar los datos preliminares obtenidos en el observatorio de Radiación Solar mediante una página Web en tiempo real.
- Diseñar la base de datos para almacenar toda la información referente tanto a datos de Radiación Solar, información de los instrumentos así como de los sitios de observación.
- Control de instrumentos externos que llegan al observatorio de Radiación Solar para que se les realice algún servicio.

Con base en lo definido en el capítulo anterior se define un modelo de ciclo de desarrollo en cascada con un ciclo de evolución incremental. En cuanto a bases de datos se utilizará en el diseño conceptual el modelo E-R, en el modelo lógico un modelo de datos relacional y para el diseño físico el manejador de bases de datos MySQL, esto debido a que en la Sección de Radiación Solar, no existe un área de computo como tal por lo cual, sin embargo, utilizan la herramienta phpMyAdmin, aplicación Web escrita en lenguaje PHP y código XHTML, CSS y javascript que proporciona una completa presentación para administrar bases de datos MySQL. La combinación PHP/MySQL es la solución ofrecida por la mayoría de hostings y cuenta con el soporte de numerosos desarrolladores del mundo.

phpMyAdmin puede crear, renombrar y eliminar bases de datos, crear, renombrar, copiar, eliminar o alterar tablas, borrar, editar o añadir campos, ejecutar cualquier sentencia SQL, exportar datos en diferentes formatos y optimizar y reparar bases de datos. Permite a los administradores añadir usuarios y sus privilegios de acceso.

3.2. Especificación de requerimientos

3.2.1. Funcionalidad del producto

El Sistema para el Observatorio de Radiación Solar (SORS) tiene como funciones primordiales la presentación de la información preliminar generada en el ORS por medio de una página Web en tiempo real, además del almacenamiento de la misma ya validada.

La información mostrada en la página Web estará disponible al público en general para consulta de parámetros meteorológicos básicos y las componentes principales de la Radiación Solar (Radiación Solar global, Radiación Solar difusa y Radiación Solar directa) además del índice ultravioleta.



Figura 20. Flujo de información para el sistema.

La imagen anterior muestra el flujo de información establecido para diseñar el SORS, la validación se encuentra posterior a la presentación debido a que la información mostrada en la página Web, es preliminar, es decir, se muestra en tiempo real. La validación se efectúa previa al almacenamiento y es realizada por un especialista en el área.

La “Obtención” es la etapa donde se recolectan las señales captadas por los sensores y son enviadas al PC en el formato establecido en la configuración del datalogger, la “Presentación” se realiza mediante una página Web en tiempo real actualizando los datos preliminares mostrados en ella minuto a minuto, en paralelo a esto se realiza la “Validación” de los mismos, en caso de presentar algún problema la información es actualizada, para al fin ser “Almacenada” en la base de datos.

El acceso a los distintos módulos del SORS depende del rol del usuario.

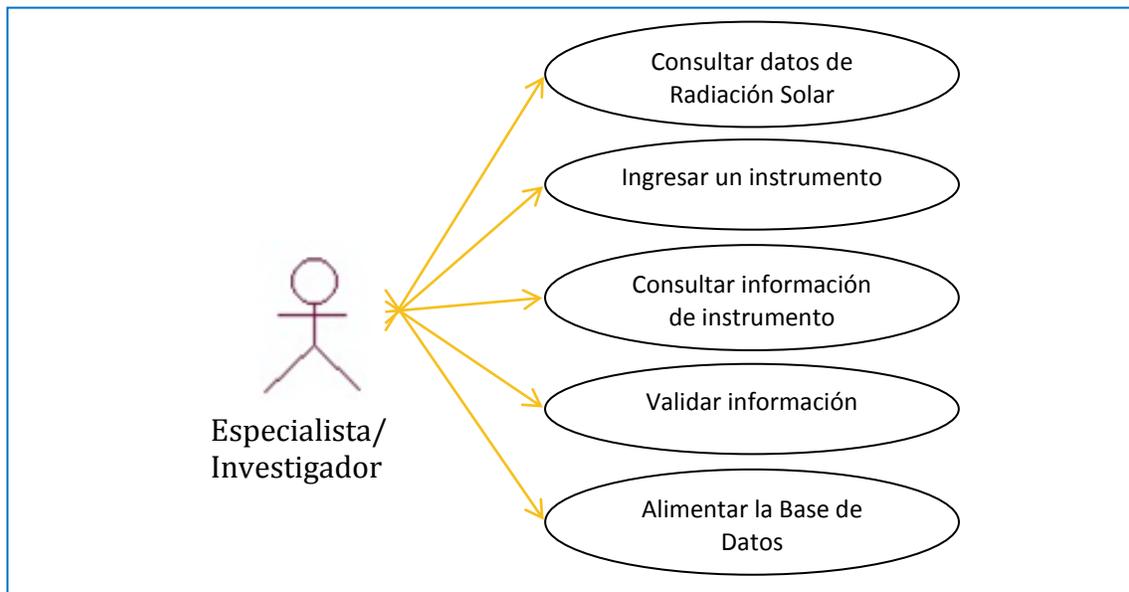


Figura 21. Caso de uso: especialista o investigador

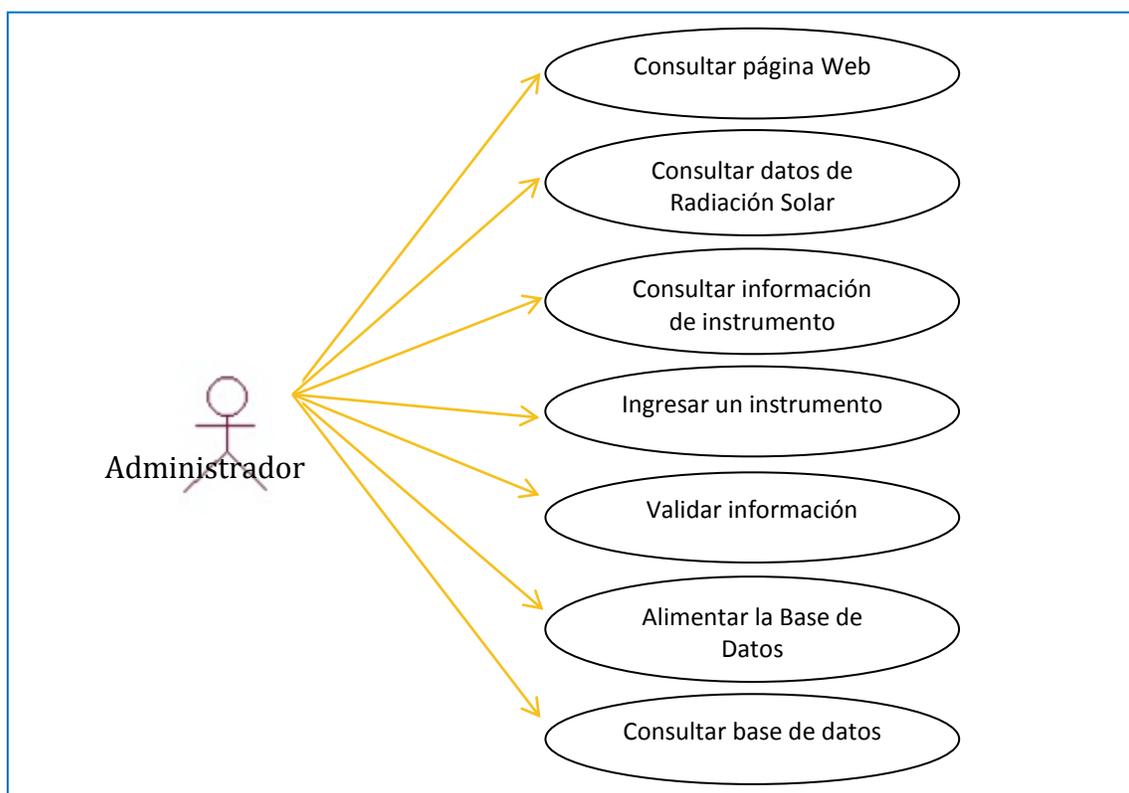


Figura 22. Caso de uso: Administrador

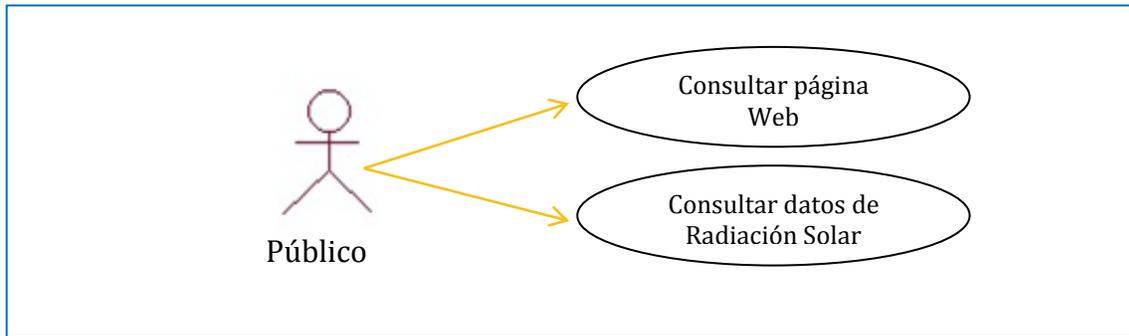


Figura 23. Caso de uso: Usuario público

3.2.2. Requerimientos específicos

3.2.2.1. Requerimientos funcionales

Requerimiento funcional 1: Obtener datos

Conexión entre los sensores y el datalogger así como la configuración del mismo para su correcto funcionamiento.

Restricción: Para la configuración se usará el software de soporte que brinda Campbell Scientific, LoggerNet.

Requerimiento funcional 2: Presentación de Información

La información debe ser mostrada en una página Web de solo consulta, es decir, los usuarios solo podrán visualizarla sin interactuar de ninguna otra forma.

Los parámetros que deben ser mostrados son:

- ✓ Las principales componentes de la Radiación Solar: radiación solar directa, radiación solar difusa y radiación solar global.
- ✓ Parámetros meteorológicos básicos: temperatura, humedad, presión atmosférica, lluvia acumulada, dirección y rapidez del viento.
- ✓ El índice ultravioleta, IUV.

Restricción: El desarrollo de este requerimiento debe realizarse en LoggerNet.

Los datos mostrados en la página serán preliminares, es decir, serán validados posteriormente por un especialista en el área, que colaboré en la sección de Radiación Solar.

Requerimiento funcional 3: Información en tiempo real

La información presentada en la página Web mencionada anteriormente debe ser mostrada en tiempo real con un intervalo de actualización de un minuto.

Restricción: El desarrollo de este requerimiento debe realizarse en LoggerNet

Requerimiento funcional 4: Consulta de información ambiental

Desde la aplicación Web se encontrará un apartado de “consultas” para visualizar los datos generados por el observatorio de Radiación Solar. Debe ingresarse que parámetros y que intervalo de fechas se desea consultar.

Restricción: Solo los colaboradores de la Sección de Radiación Solar podrán consultar la información ya validada y almacenada en la base de datos. El público en general si requiere información debe dirigirse al responsable de la Sección.

Requerimiento funcional 5: Ingreso de información para inventario

Desde la aplicación Web se encontrará un apartado de “registro de instrumentos”, al acceder se visualizará el formulario para ingresar los datos del nuevo instrumento mostrados en a tabla 3.

Restricción: Solo los colaboradores de la Sección de Radiación Solar podrán acceder a este módulo.

Requerimiento funcional 5: Pedir usuario y contraseña

Para tener acceso al formulario de un nuevo instrumento y a la consulta de información es necesario contar con un usuario y contraseña, asociados a un rol.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

INSTRUMENTO	RESONSABLE	SITIO
No. de serie	Nombre del responsable	Sitio de Observación
No. inventario	Apellidos del responsable	Calle
K original	Calle	Numero
Fecha de calibración	Numero	Colonia
Fecha de ingreso	Colonia	Municipio
Tipo de instrumento	Municipio	Estado
Institución a la que pertenece	Estado	Latitud
Dependencia	Código postal	Longitud
Departamento	Email	Altura
	Teléfono	
	Celular	

Tabla 3. Datos utilizados en el formulario para el registro de un nuevo instrumento.

3.2.2.2. Requerimientos no funcionales

Requerimientos de rendimiento

- Garantizar que el diseño de las consultas u otros procesos no afecten el desempeño de la base de datos.

Seguridad

- Garantizar la confiabilidad, la seguridad y el desempeño del sistema informático.
- Facilidades y controles para permitir el acceso a la información al personal autorizado, con la intención de consultar y subir información pertinente para cada una de ellas.

Fiabilidad

- El sistema debe tener una interfaz de uso intuitiva y sencilla.

Disponibilidad

- La disponibilidad del sistema debe ser continua para lo cual es necesario contar con un sistema de contingencia.

Mantenibilidad

- El sistema debe disponer de una documentación fácilmente actualizable que permita realizar operaciones de mantenimiento con el menor esfuerzo posible.

3.2.2.3. Requerimientos de las interfaces

Interfaces de usuario

La interfaz de usuario consistirá en una ventana de consulta informativa únicamente, no existe interacción entre el sistema y el usuario. Ésta deberá ser construida específicamente para el sistema propuesto y actualizar la información minuto a minuto. La información será presentada mediante gráficos que faciliten la interpretación de la misma.

Se contará con una aplicación Web para gestionar el control de los instrumentos que ingresan al observatorio de Radiación Solar, ya que hay que diferenciar entre los propios y los externos que llegan para la realización de algún tipo de servicio. Dicha interfaz deberá dar el acceso al formulario de ingreso de un nuevo instrumento, así como permitir la búsqueda de un instrumento ya existente para consultar su información, dará acceso también al panel para realizar consultas a los datos obtenidos en el observatorio de Radiación Solar.

Interfaces de hardware

Se dispone de equipo de cómputo en perfecto estado con las siguientes características:

- Adaptadores de red.
- Procesador de 1.66GHz o superior.
- Memoria mínima de 512Mb.

- CPU.
- Monitor.
- Datalogger.
- Mouse.
- Teclado.

Interfaces de software

Sistema Operativo: Windows 7 (32 y 64 bit).

Explorador: Mozilla o Internet Explorer para visualizar de forma correcta la página Web.

Interfaces de comunicación

Las aplicaciones se comunicarán entre sí, mediante protocolos estándares en Internet, principalmente TCP/IP para la comunicación que se necesita establecer entre los distintos módulos.

Ya que todos los requerimientos han sido establecidos bajo las prácticas recomendadas para la especificación de los requerimientos del software descritas según el estándar IEEE 830-1998 (IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications), el cual describe las estructuras posibles, el contenido deseable, y calidades de una especificación de requerimientos del software se puede continuar con el diseño del software.

3.3. Diseño

En el diseño se utiliza la información recopilada en el análisis de requerimientos, para realizar el diseño lógico y el diseño físico del sistema.

El diseño lógico es aquel que define la estructura del sistema, su esencia, sin importar la tecnología a usar, esto permite al desarrollador tener la libertad para diseñar un modelo en el cual se cumplan todos los requerimientos establecidos.

Por otro lado, el diseño físico se refiere a la traducción del modelo lógico a un lenguaje técnico en el cual ya se especifican características necesarias para el hardware, software, bases de datos, dispositivos de entrada y salida, es decir, especifica los requerimientos necesarios por parte de los desarrolladores para dar inicio al desarrollo del sistema.

3.3.1. Diseño lógico

El SORS puede ser definido como un conjunto de componentes que operan conjuntamente para capturar, distribuir, procesar y almacenar información. Esta información tiene muy diversos usos dependiendo el contexto en que se utilice. En este caso la gestión de dicha información es el objetivo primario del sistema.

3.3.1.1. Arquitectura de software

Para establecer un diseño adecuado se debe tomar en cuenta que la función define la forma, o lo que es lo mismo, la estructura o arquitectura, la cual tiene una relación muy profunda con los productos del sistema. De tal forma, se entiende la arquitectura como la estructura que tienen el conjunto de componentes que forman el sistema, así como la relación entre los mismos, es decir, una visión estructural de alto nivel (pocos detalles).

La definición de arquitectura de software, según Pressman es “una descripción de los subsistemas y los componentes de un sistema informático y las relaciones entre ellos” (Pressman, 2010)

El SORS trabaja bajo una arquitectura de tres capas. La capa de presentación que consiste en una interfaz gráfica de usuario, encargada de la distribución de la información, es decir, recibe los datos y los formatea para su presentación. La capa lógica, básicamente el código utilizado para hacer la recuperación de los datos, y la capa de datos, que para este proyecto

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

en especial, se utiliza para la página Web un almacenamiento de forma temporal de los datos preliminares, posteriormente, ya validados se almacenan de forma permanente.



Figura 24. Arquitectura de tres capas

3.3.1.2. Entradas y salidas

Una vez determinada la estructura a utilizar para el desarrollo del sistema, es conveniente establecer las entradas, salidas y la funcionalidad del sistema.

El siguiente esquema muestra la relación entre los distintos componentes que integran el sistema, así como las entradas y salidas de manera clara y gráfica.

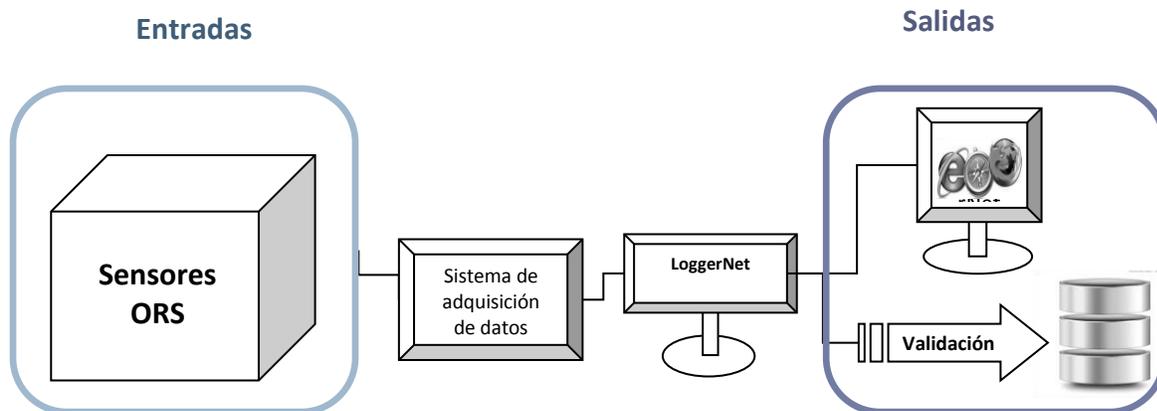


Figura 25. Esquema de entradas y salidas

Entradas:

- Los sensores que se encuentran en el ORS representan la fuente de datos del SORS, estos fueron instalados por el personal de la sección de Radiación Solar, así como cableados y conectados al sistema de adquisición de datos, donde se realiza la captura de la información tomada por los sensores la cual es el activo más importante.
- La información de los instrumentos que ingresan al ORS, representa también una entrada al sistema para su posterior almacenamiento y procesamiento.

Salidas:

- La página Web que debe ser mostrada en la red actualizándose minuto a minuto y alimentada por los elementos preliminares arrojados por el adquirente de datos, preliminares debido a que deben ser validados para poder ser almacenados permanentemente en la base de datos. La página Web es de carácter meramente informativo y se encuentra disponible en la dirección ip 132.248.6.200.
- La información consultada en la aplicación Web, referente a la información de Radiación Solar es de libre acceso y la información de los instrumentos es privada.

El flujo de información es determinante para lo cual se plantea diagrama de flujo. Figura 26.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

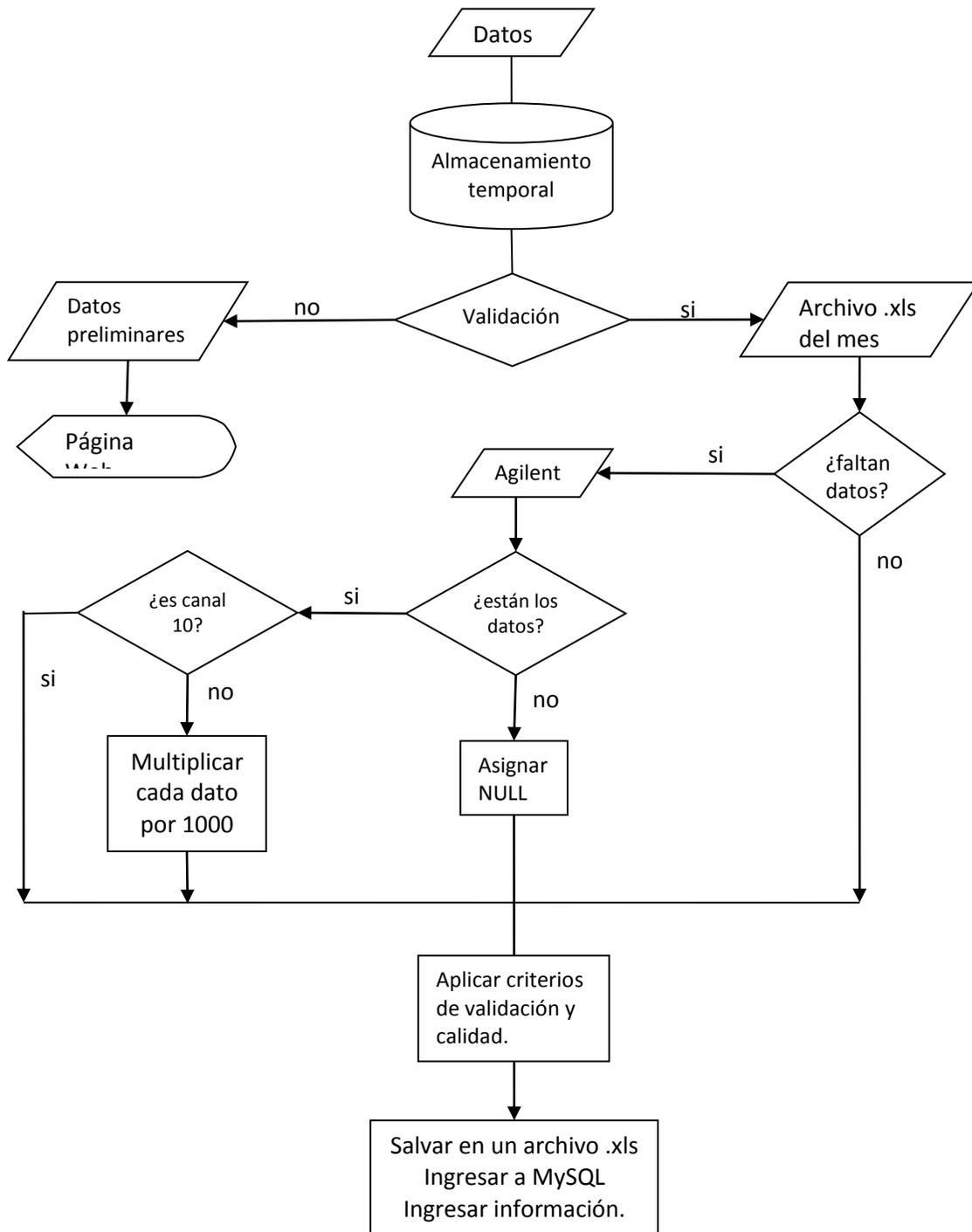


Figura 26. Flujo de información.

La aplicación Web funcionará de acuerdo al siguiente diagrama de secuencia.

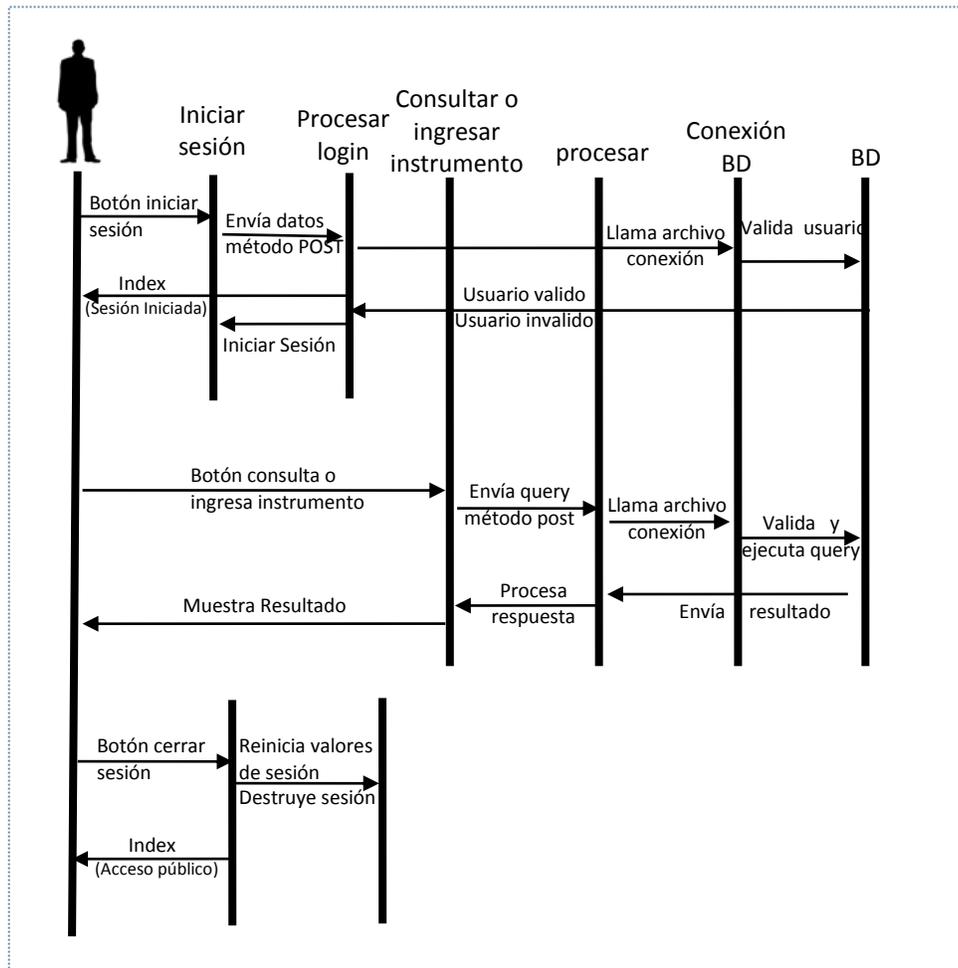


Figura 27. Diagrama de secuencia de aplicación Web

Por último, es necesario dar el esquema que definirá el almacenamiento de la información, principal objetivo del proyecto, el modelo relacional muestra de manera sencilla la forma en que las distintas entidades estarán relacionadas así como los atributos que contendrán. Este diseño es la base del sistema, si es efectivo será un sistema integral, transparente y duradero, de lo contrario fracasara y quedara en desuso.

A continuación se muestra el modelo de datos relacional de la base de datos para el ORS:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

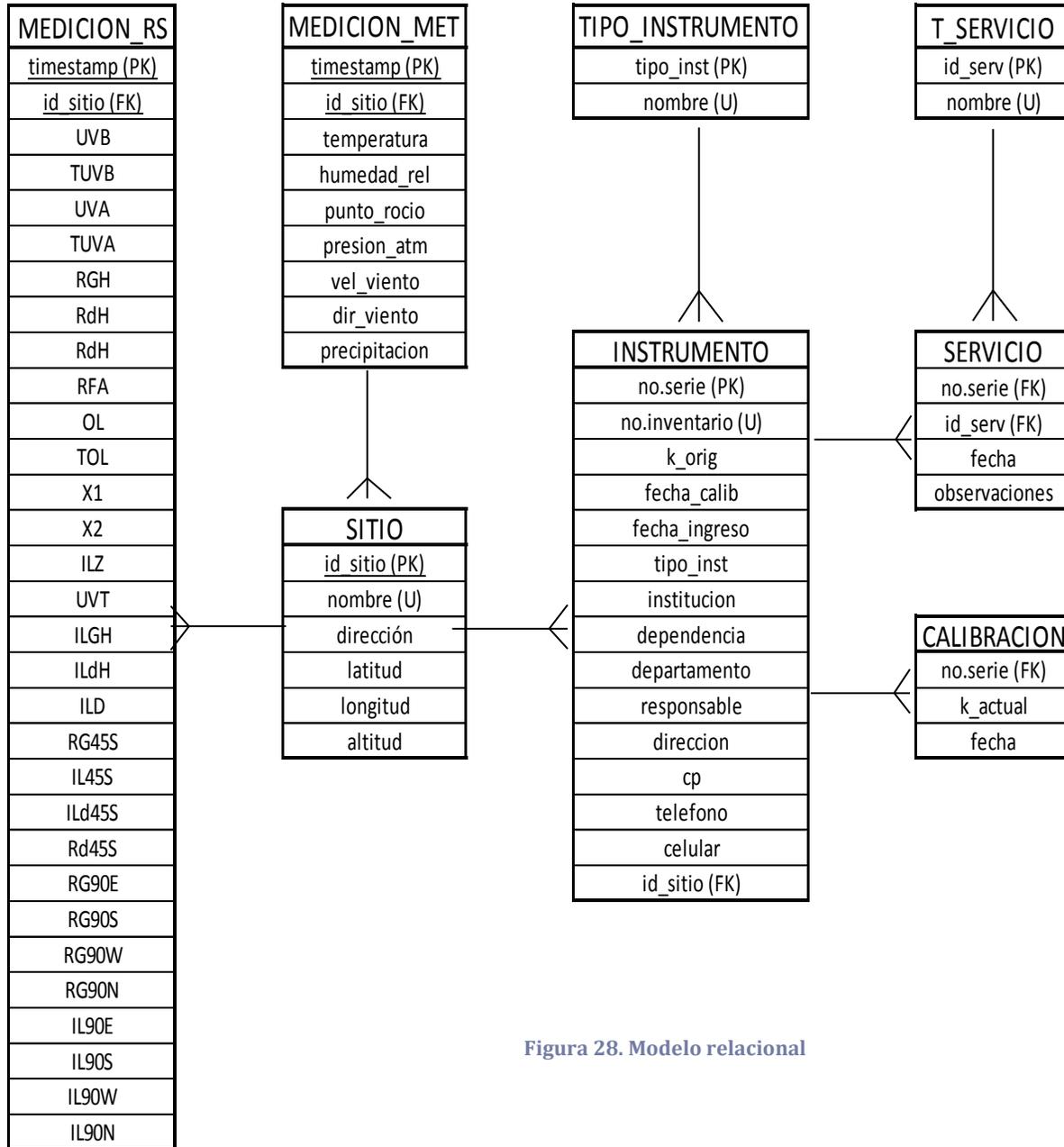


Figura 28. Modelo relacional

En el modelo anterior se muestran las entidades o tablas que formaran la base de datos dentro de las cuales se encuentran:

MEDICION_RS: Esta tabla contiene las mediciones minuto a minuto que se realizan de todos los parámetros medidos en el ORS, así como el sitio y el timestamp.

MEDICION_MET: Contiene las mediciones minuto a minuto de los parámetros meteorológicos sensados, así como el sitio y el timestamp.

SITIO: Almacena la información referente al sitio de observación, id, nombre, dirección (calle, numero, colonia, municipio, estado), latitud, longitud y altitud.

INSTRUMENTO: Almacena la información referente a los instrumentos que ingresan al ORS, tanto nuevos como los que ingresan a servicio, para ello se solicita información tanto del instrumento como del responsable y de la institución a la cual pertenece el instrumento.

TIPO_INSTRUMENTO: Contiene el catalogo de las posibles categorías de sensores que se utilizan en el ORS, como piranómetros, pirgeómetros, etc., así como un identificador asignado a cada uno.

SERVICIO: Contiene la información que relaciona al instrumento con el tipo de servicio para el cual ingreso al ORS, como número de serie del instrumento, identificador de servicio, fecha y un campo de observaciones si son necesarias.

T_SERVICIO: Contiene el catalogo de posibles servicios que ofrece el ORS.

CALIBRACION: Almacena el histórico de las calibraciones realizadas a los instrumentos que ingresen para calibración al ORS, almacenando también la fecha de la misma.

Esta base de datos es diseñada para almacenar la información que contiene valor agregado y de utilidad para el personal de la sección de Radiación Solar. Almacenará también, información sobre las estaciones, ya que como se mencionó, durante el desarrollo de este proyecto se aprobaron 2 proyectos alternos relacionados con este. Siendo de esta forma la base concentradora de la información recopilada a lo largo de la República Mexicana.

3.3.2. Diseño físico

3.3.2.1. Diseño de hardware

El hardware representa la parte física, tangible de un sistema de información, en otras palabras todos los aparatos que podemos tocar, es decir, el monitor, teclado, mouse, CPU, dispositivos de entrada y salida, etc., dependen totalmente del sistema a desarrollar.

Para este proyecto en especial el hardware es muy diverso ya que por un lado se encuentra el equipo de cómputo necesario para el procesamiento de la información, este será un equipo dedicado únicamente para los fines del ORS, fungiendo como servidor de la página Web y respaldo de información para el sistema de adquisición de datos.

Por otro lado se encuentran los sensores meteorológicos necesarios para realizar las mediciones de los distintos parámetros. Entre los sensores instalados en el ORS se encuentran sensores UVB, sensores UVA, piranómetros, pirheliómetros, sensores PAR, pirgeómetros y fotómetros. De la instalación y configuración de estos dispositivos se encuentra a cargo del personal de la sección de Radiación Solar.

Además de lo anterior, un dispositivo de suma importancia es el sistema de adquisición de datos (datalogger), para este proyecto parte fundamental, ya que es el encargado de establecer la comunicación entre los sensores y el equipo de cómputo. De esta forma una vez que la información es captada por los sensores, es transmitida al equipo de cómputo y de esta forma utilizarla para publicarla en la página Web.

El datalogger utilizado en el ORS es un Campbell Scientific CR1000, formado por un módulo de control y medida, y un panel de conexiones. Su bajo consumo hace que funcione por largos períodos de tiempo aun utilizando una batería recargable con placa solar sin necesidad de disponer de 220Vac. Cuando la alimentación está por debajo de 9.6 V, se

detiene, reduciendo la posibilidad de realizar medidas incorrectas. El módulo de control y medida se encarga de realizar las medidas de los sensores, gestionar las telecomunicaciones, integrar los datos, controlar dispositivos externos, y almacenar datos y programas en su memoria interna no-volátil. La electrónica interna queda protegida de la RF por su propia carcasa metálica de acero inoxidable. El reloj interno también está salvaguardado por una pila interna de litio, al igual que los datos almacenados y programas.

El sistema operativo incluye instrucciones para programar el datalogger: de medida, de procesado de datos y de almacenamiento (output). El lenguaje de programación, denominado CRBasic, usa una sintaxis similar al BASIC. Incluye instrucciones de medida de puentes, voltajes, termopares y pulsos/frecuencia. Las instrucciones de procesado incluyen operaciones algebraicas y estadísticas. Las instrucciones de almacenamiento (salida) procesan los datos a intervalos de tiempo programables y para control de dispositivos externos.(Campbell Scientific, 14 septiembre de 2014)

3.3.2.2. Diseño de software

En el diseño de software para este sistema es de suma importancia mencionar el uso de un software externo, loggernet, el cual es utilizado para la configuración del datalogger, el mismo que brinda ciertas bondades para facilitar la obtención de los datos. Este software es programable en lenguaje propio muy similar Basic. Por medio de loggernet se realizará la configuración de inicio para el datalogger en la cual se incluye la conexión con los sensores y la toma de señal de los mismos.

La información es almacenada en memoria interna, sin embargo, esta memoria soporta un aproximado de 49 días, después de este tiempo la memoria es sobre escrita, por ello, la computadora debe solicitar la descarga de dicha información en intervalos de tiempo.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

Los datos preliminares obtenidos y almacenados temporalmente en el equipo de cómputo serán los utilizados para alimentar la página Web, esto para una consulta rápida y constante a las diversas estaciones.

3.3.2.3. Prototipos

Se realizan prototipos evolutivos, es decir, serán reutilizados si son aceptados por el cliente. Son realizados para ir plasmando parte de los requerimientos solicitados y al ser mostrados y aceptados se asegura una mayor probabilidad de éxito en el proyecto.

La imagen siguiente muestra el simulador para diseñar la página Web y posibles soluciones.

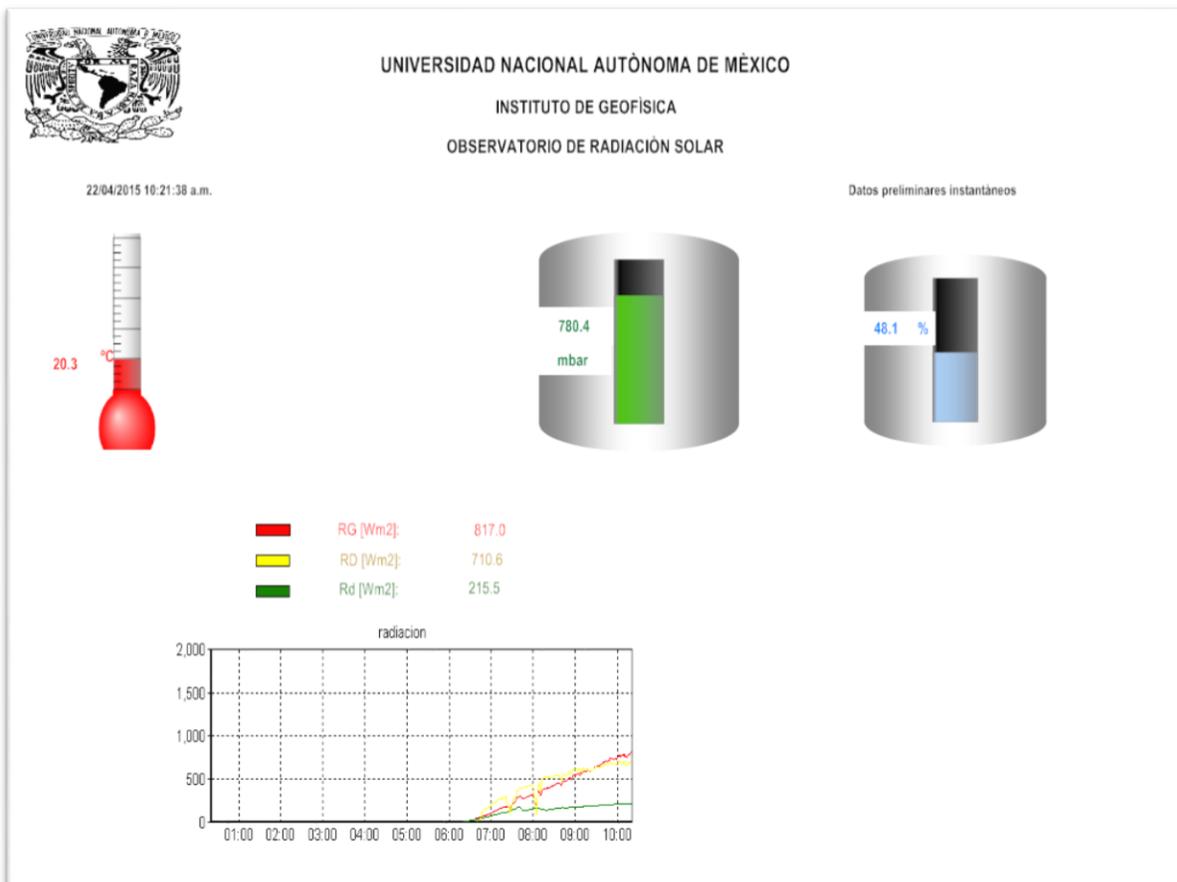


Figura 29. Propuestas de las diferentes formas en que se puede presentar la información.

Elaboración propia



Figura 30. Prototipo final. Elaboración propia.

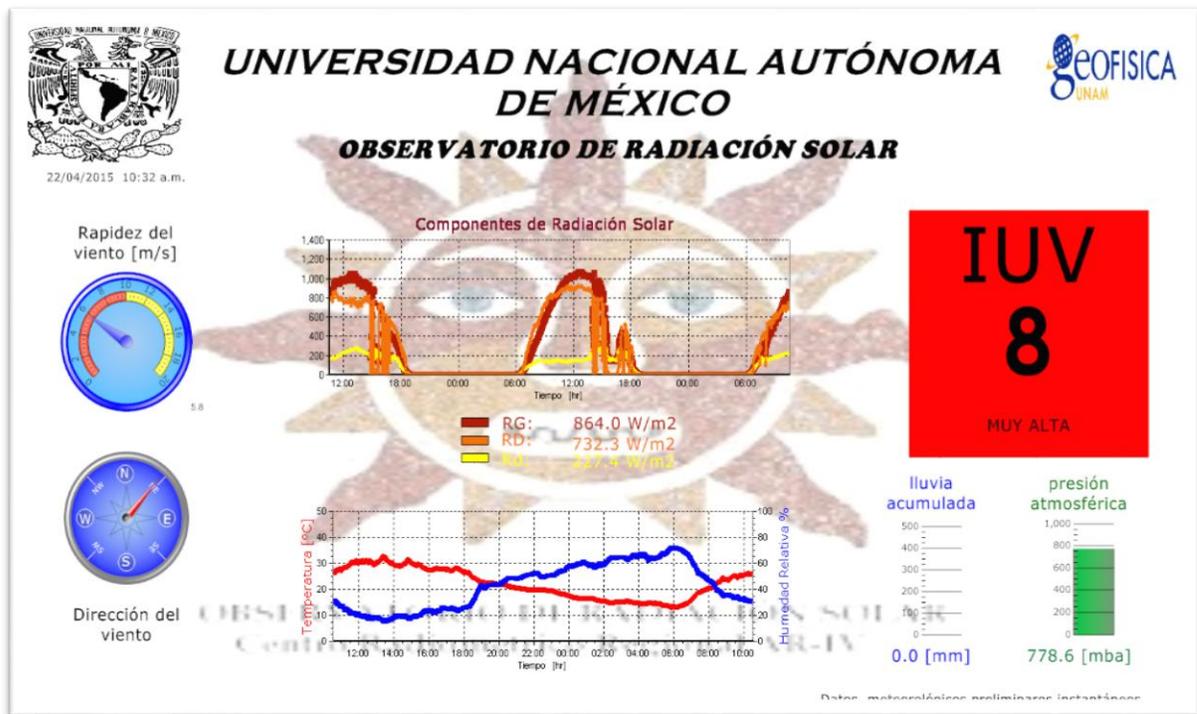


Figura 31. Prototipo final minutos después (muestra funcionalidad de información en tiempo real).

Elaboración propia



Figura 32. Index para aplicación Web.

También se realizaron prototipos para la aplicación Web que a continuación se muestran.

Datos del instrumento	
No. Serie: *	<input type="text"/>
No. Inventario: *	<input type="text"/>
k Original: *	<input type="text"/>
Fecha de calibración: *	<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>
Fecha de Ingreso: *	<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>
Tipo de Instrumento: *	<input type="text" value="Piranómetro"/>
Institución propietaria del instrumento: *	<input type="text"/>
Dependencia de la Institución: *	<input type="text"/>
Departamento de la Institución: *	<input type="text"/>
Nombre del responsable:	<input type="text" value="Nombre(s)"/>
Apellidos del responsable:	<input type="text" value="ap Paterno ap Materno"/>
-- Dirección --	
Calle:	<input type="text"/>
Numero:	<input type="text"/>
Colonia:	<input type="text"/>
Municipio/Delegación:	<input type="text"/>
Estado:	<input type="text"/>
Código Postal:	<input type="text"/>
Email:	<input type="text" value="mail@dominio.com"/>
Teléfono:	<input type="text"/>
Teléfono:	<input type="text"/>
Datos del Sitio (solo instrumentos de la Red)	
Sitio de Observación:	<input type="text"/>
-- Dirección del sitio --	
Calle:	<input type="text"/>
No.:	<input type="text"/>
Colonia:	<input type="text"/>
Municipio/Delegación:	<input type="text"/>
Estado:	<input type="text"/>
Latitud:	<input type="text"/>
Longitud:	<input type="text"/>
Altitud:	<input type="text"/>

Figura 33. Formulario para ingreso de instrumentos

3.4. Implementación

Al presentar los prototipos realizados en la fase de diseño se explicó la funcionalidad que tendrían así como los posibles cambios, de manera que el personal de la sección dio sus puntos de vista y las propuestas de cambios a los mismos. Al realizar dichos cambios se logró la satisfacción del cliente con el trabajo realizado dando pauta para continuar con el proyecto, para el cual se reusaran los prototipos ya realizados para continuar el trabajo y complementar con las funcionalidades requeridas.

Una vez concluido el proyecto se prosigue a la implementación en las instalaciones y en el servidor Rayenari de la sección de Radiación Solar, donde se realizaron las pruebas necesarias de conexión y funcionalidad, concluyendo hasta este punto con éxito el proyecto.

3.4.1. Codificación

La codificación para este proyecto se divide en dos ya que una parte del sistema se programa en loggernet que utiliza su lenguaje propio, CR-Basic y la parte Web que es programada en html5 y php.

El lenguaje utilizado para programar en el software loggernet utiliza una sintaxis propia por lo cual se describirá paso a paso como fue la programación para realizar la obtención de los datos.

PROGRAMA		DESCRIPCION
DECLARACIÓN DE VARIABLES	Public PTemp, batt_volt Dim LCount_4 'contador de disparo Public thermistor_cgr4 Public rtime(9)	Variables utilizadas en el desarrollo Almacena las componentes del

DECLARACIÓN DE VARIABLES	Alias rtime(6) = segundo	tiempo en un arreglo
	Public DiffV(29) '29 Canales del multiplexor	El arreglo DiffV recogerá los 29 parametros de Radiación Solar.
	Alias DiffV(1) = UltravioletaB Alias DiffV(2) = TemperaturaUVB ... Alias DiffV(28) = IluminanciaVerticalOeste Alias DiffV(29) = IluminanciaVerticalNorte	CR-Basic utiliza alias para dar un nombre más amigable a las variables. No es forzoso utilizarlo.
	Public WXT520(7) 'vaisala Alias WXT520(1) = DireccionViento ... Alias WXT520(7) = Hamount	Esta variable recopilara la información meteorológica. Se le asignan sus respectivos alias.
	'DECLARACION DE VARIABLES PARA UNIDADES Public IrradianciaHorizontalGlobalWm2 Public IrradianciaHorizontalDifusaWm2 Public IrradianciaSolarDirectaWm2 Public IUV Public IndiceUV Public Lluvia_hr	Como se menciona solo interesa almacenar voltajes, a excepción de las variables mostradas esto debido a que la página Web recogerá dichas variables y deben ser mostradas en las unidades correspondientes. Por lo cual se realizara la conversión y se asignara a las variables definidas.
DECLARACIÓN DE CONSTANTES	Const CtelIrradianciaGlobal = 8.80 Const CtelIrradianciaDifusa = 8.51 Const CtelIrradianciaDirecta = 8.03 '10K ohm resistencia' impedancia Const R = 100000000	Para las conversiones se utilizan constantes y esta es la parte donde se realiza la declaración.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

<p>DECLARACION DE UNIDADES</p>	<p>Units UltravioletaB = mV Units TemperaturaUVB = mV Units UltravioletaA = mV ... Units IrradianciaHorizontalDifusa = mV 'Vaisala, METEOROLOGIA Units DireccionViento = Degrees Units VelocidadViento = m/s Units Temperatura = Celcius Units HumedadRelativa = % Units Presion = hPa Units LluviaAcum = mm Units Hamount = hits/cm2</p>	<p>CR-Basic debido al tipo de programación para el que se utiliza, define la declaración de unidades para cada variable en este caso para todas las variables de Radiación Solar serán definidas por miliVolts (mV), a excepción de una resistencia en ohms. Las unidades de los parámetros de meteorología son las mostradas.</p>
<p>DEFINICION DE TABLAS</p>	<p>DataTable (Radiacion_Voltajes,True,1000) DataInterval (0,1,Min,20) Sample (1,UltravioletaB,FP2) Sample (1,TemperaturaUVB,FP2) Sample (1,UltravioletaA,FP2) Sample (1,TemperaturaUVA,FP2) Sample (1,IrradianciaHorizontalGlobal,FP2) Sample (1,IrradianciaHorizontalDifusa,FP2) Sample (1,IrradianciaSolarDirecta,FP2) Sample (1,RadiacionFotosinteticamenteActiva,FP2) Sample (1,RadiacionInfrarrojaVolt,FP2) Sample (1,thermistor_cgr4,IIEEE4) 'RadiacionInfrarrojaOhm Sample (1,X1,FP2) Sample (1,X2,FP2) Sample (1,LuminanciaCenit,FP2)</p>	<p>El almacenamiento temporal que se utiliza en este proyecto es el que produce el datalogger, el cual transmite la información en forma de tabla por lo cual requiere que en la programación se definan las tablas que contienen la información que se quiere almacenar. La definición se realiza con la clausula DATATABLE, en la cual se le signa nombre a la tabla. En seguida la instrucción DATAINTERVAL, la cual sirve para definir el intervalo de</p>

	<p>Sample (1,UltravioletaUVAE,FP2)</p> <p>Sample (1,IluminanciaHorizontalGlobal,FP2)</p> <p>Sample (1,IluminanciaHorizontalDifusa,FP2)</p> <p>Sample (1,IluminanciaSolarDirecta,FP2)</p> <p>Sample (1,Irradiancia45Sur,FP2)</p> <p>Sample (1,Iluminancia45Sur,FP2)</p> <p>Sample (1,Iluminancia45SurDifusa,FP2)</p> <p>Sample (1,Irradiancia45SurDifusa,FP2)</p> <p>Sample (1,IrradianciaVerticalEste,FP2)</p> <p>Sample (1,IrradianciaVerticalSur,FP2)</p> <p>Sample (1,IrradianciaVerticalOeste,FP2)</p> <p>Sample (1,IrradianciaVerticalNorte,FP2)</p> <p>Sample (1,IluminanciaVerticalEste,FP2)</p> <p>Sample (1,IluminanciaVerticalSur,FP2)</p> <p>Sample (1,IluminanciaVerticalOeste,FP2)</p> <p>Sample (1,IluminanciaVerticalNorte,FP2)</p> <p>EndTable</p> <p>DataTable (Lluvia,1,-1)</p> <p>DataInterval (0,1,Hr,10)</p> <p>Totalize (1,Lluvia_hr,FP2,False)</p> <p>EndTable</p>	<p>tiempo para almacenar un nuevo registro en la tabla.</p> <p>Seguido de los parámetros que conformaran la tabla, la instrucción SAMPLE se refiere a que toma el dato del minuto 0, existen otras como MAX, MIN, AVERAGE. Para finalizar la declaración ENDTABLE.</p> <p>La lluvia acumulada es por separado por el intervalo de tiempo, que es conveniente cada hora.</p>
--	--	--

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

<p>PROGRAMA PRINCIPAL</p>	<pre> BeginProg Scan (1,Min,0,0) PanelTemp (PTemp,250) Battery (batt_volt) RealTime (rtime()) 'Encender el multiplexor PortSet(2,1) Delay(0,150,mSec) LCount_4=1 SubScan(0,uSec,29) PulsePort(1,10000) 'Apertura de puerto al segundo 0 If segundo = 0 Then PortSet (9,1) Else PortSet (9,0) EndIf VoltDiff(DiffV(LCount_4),1,AutoRange,1,True,0, _60Hz,1,0) LCount_4=LCount_4+1 NextSubScan 'Apaga multiplexor PortSet(2,0) Delay(0,150,mSec) CALCULOS -Se realiza el cálculo del IUUV </pre>	<p>Debe comenzar por BEGIN PROG, a continuación el intervalo de tiempo con que se ejecutara y las funciones preestablecidas.</p> <p>A continuación se enciende el multiplexor que es a donde están conectados todos los sensores de Radiación Solar. Se inicializa el contador en 1.</p> <p>En el segundo 0 de cada minuto abre el puerto para recoger las 29 señales por medio de la instrucción VoltDiff, incrementa el contador, realiza el siguiente escaneo hasta finalizar. Apaga el multiplexor, apaga el puerto</p> <p>Se realizan las operaciones establecidas para obtener el índice IUUV</p>
---------------------------	---	---

PROGRAMA PRINCIPAL	<pre> IndiceUV = ((UltravioletaB/0.25)/(1+((50*TemperaturaUVB -25)-25)*0.01))*2.332 IUV = FormatLong (IndiceUV,"%d") If FRAC (IndiceUV) > 0.5 Then IUV = IUV + 1 Else IUV = IUV EndIf -Conversión de voltajes a unidades IrradianciaHorizontalGlobalWm2 = IrradianciaHorizontalGlobal*(1000/CtelIrradianc iaGlobal) 'W/m2 IrradianciaHorizontalDifusaWm2 = IrradianciaHorizontalDifusa*(1000/CtelIrradianc iaDifusa) 'W/m2 IrradianciaSolarDirectaWm2 = IrradianciaSolarDirecta*(1000/ CtelIrradianciaDirecta) 'W/m2 Activar la vaisala SDI12Recorder (WXT520(1),5,0,"M!",1.0,0) (thermistor_cgr4,1,Autorange,3,Vx1,1,2500,Tru e ,3000,_60Hz,1,0) thermistor_cgr4 = R * (1- thermistor_cgr4)/thermistor_cgr4 thermistor_cgr4=thermistor_cgr4-6200 </pre>	<p>se realizan los cálculos necesarios para pasar de voltajes a unidades haciendo uso de las constantes definidas</p> <p>La vaisala capta las señales de parámetros meteorológicos.</p> <p>El canal 10 representa resistencia por lo cual debe hacerse un procedimiento extra.</p> <p>Se mandan a ejecución las tablas.</p> <p>Debe finalizar con ENDPROG</p>
--------------------	--	---

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

	<p>DiffV(10) = thermistor_cgr4</p> <p>CallTable Radiacion_Voltajes</p> <p>CallTable Meteorologia</p> <p>CallTable Lluvia</p> <p>CallTable Unidades_Radiacion</p> <p>NextScan</p> <p>EndProg</p>	
--	---	--

Tabla 4. Descripción del código. Elaboración propia.

3.4.2. Pruebas

En todas las etapas del proyecto se realizaron las pruebas acordes a la fase en ejecución. A partir del diseño donde se presentaron los prototipos al usuario, se dio un seguimiento más riguroso de pruebas continuas tanto de diseño como de funcionalidad.

Dichas pruebas fueron realizadas de manera individual, es decir, por componentes a cada módulo del sistema, dichas pruebas se realizaron con los investigadores que tienen más conocimiento de la funcionalidad que debe tener el sistema, de esta forma los comentarios que se hacían se atendían de manera inmediata.

Al finalizar la implementación se realizó una reunión con el equipo completo de la sección de Radiación Solar para presentar el producto final y corroborar que la funcionalidad una vez integrados todos los módulos es correcta, surgieron algunos comentarios para mejorar el sistema las mismas que están contempladas para realizarse como una actualización al sistema en breve.

3.4.3. Capacitación

La capacitación fue dividida en dos secciones ya que aplica para distintos tipos de usuarios realizando actividades de índoles diferentes.

- Capacitación para el uso de loggernet

Loggernet es un software muy robusto que incluye una infinidad de funciones desde la programación hasta la administración es por ello que esta capacitación será brindada por los expertos en el software, enviados por Campbell Scientific, propietario de dicho software.

Dicha capacitación tiene como temario el siguiente:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

1. Introducción
2. Descripción Básica CR1000
 - Panel de Conexiones
 - Alimentación
 - Opciones de Telemetría
 - RS232
 - RS485
 - RF
 - IP
 - GPRS
 - Satelital
3. Gabinete de Instrumentación
 - Alimentación
 - Meteorología
 - Radiación Solar
 - Telemetría
4. Telemetría
 - Modelo de Comunicación
 - Red Pakbus
5. Configuración CR1000 (Loggernet)
 - Device Configuration Utility
 - Setup Screen
 - Comunicación Serial
 - Comunicación IP
 - Connect Screen
 - CRBasic Editor
 - View Pro
 - Short Cut
 - Programa Estación

- Monitorizar de Estación

- Capacitación para el uso de aplicación Web

La aplicación Web es muy intuitiva por lo cual en una sola reunión mostrando el uso de la misma, en sus dos funcionalidades principales

-Ingreso de instrumento: aclarar las restricciones que hay en cada campo del formulario, la forma adecuada de ingreso así como la demostración del correcto llenado del formulario.

-Consulta de datos: se explicará y ejemplificará la manera en que fueron diseñadas las consultas para facilitar el uso a los usuarios no familiarizados con el SQL.

3.5. Mantenimiento

Las tareas típicas (y automatizables) para el mantenimiento de MySQL son las siguientes:

- Copias de seguridad
- Limpieza de logs binarios
- Optimización de tablas
- Vaciamiento de cache de consultas
- Rotación de logs binarios

Copias de seguridad

Una de las formas clásicas de realizar backups de una base de datos MySQL es a través de mysqldump, programa que se encarga de hacer un volcado a archivo de las sentencias SQL necesarias para crear la estructura de las tablas y los datos de la misma.

Limpieza de logs binarios

Si tienes activados los logs binarios, estos a la larga ocuparán varios Mb de nuestro disco y generalmente no tiene sentido mantener logs muy añejos.

Para “purgar” los logs binarios se puede hacer de una forma pasiva (modificando la configuración del servidor) o bien, de manera activa, ejecutando la instrucción PURGE MASTER LOGS desde el prompt de MySQL.

La forma pasiva, consiste en que MySQL limpie por su cuenta los logs binarios. Para hacer ésto, basta agregar al archivo de configuración my.cnf: **expire_logs_days = 7**

De forma activa, desde un prompt de MySQL se puede ejecutar, por ejemplo:

```
PURGE MASTER LOGS TO 'bin-log.000012';
```

```
PURGE MASTER LOGS BEFORE '2008-07-23 00:00:00'
```

Evita eliminar los logs binarios borrando directamente el archivo desde el sistema operativo (rm -f binlog.*).

Prestar especial atención al purgar los logs, pues si la base de datos está siendo replicada y los logs a “purgar” aún no han sido recogidos por el SLAVE, el mismo puede perderse de datos.

Optimización de tablas

Las tablas, al fin y al cabo, son archivos (dependiendo del motor de almacenamiento, uno o más archivos, un archivo único, etc.). Como archivo, al cabo de varias operaciones de manipulación de datos (INSERT, UPDATE, DELETE) se puede generar fragmentación, espacio inútil, etc. Por tal razón, desde el prompt de MySQL puedes ejecutar la instrucción OPTIMIZE TABLE nombre_de_tabla para que MySQL haga lo suyo con los archivos.

Vaciamiento de cache de consultas

La caché de consultas almacena los resultados de una consulta, así el servidor responde más rápido si algún otro cliente los requiere. La cache de consultas también es susceptible a fragmentación, en especial cuando se ejecutan SELECTs con resultados de diferente tamaño.

Por lo tanto, no está de más, que frecuentemente se vacíe esta cache de consultas. Para hacerlo, basta ejecutar la instrucción FLUSH QUERY CACHE.

Rotación de logs binarios

MySQL crea un nuevo archivo de log binario cada vez que es reiniciado o cada vez que se llegue a un tamaño máximo que se puede especificar en el my.cnf, por ejemplo: max_binlog_size=4M.

A veces, puedes querer rotar los logs por tiempo en vez de por tamaño. Para rotar los tamaños por tiempo, puedes crear un script a ejecutar desde el cron que ejecute simplemente un FLUSH LOGS. (Luciano, 2008)

Al usar phpMyAdmin para acceder a las bases de datos MySQL, una vez que se introduce el usuario y contraseña se abre la aplicación. En la columna de la izquierda se observan las bases de datos creadas en el servidor con el número de tablas que contienen entre paréntesis. Al seleccionar una base de datos se abre una ventana. En la columna de la izquierda aparecen ahora las tablas de la base de datos:

Tabla	Acción	Registros	Tipo	Cotejamiento	Tamaño	Residuo a depurar	
<input type="checkbox"/> INSTRUMENTO_EXTERNO		0	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-	
<input type="checkbox"/> MEDICION_RS		669,034	MyISAM	latin1_swedish_ci	96.3 MB	-	
<input type="checkbox"/> METEOROLOGIA		0	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-	
<input type="checkbox"/> SENSOR		4	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-	
<input type="checkbox"/> SERVICIO		10	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-	
<input type="checkbox"/> SITIO		0	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-	
<input type="checkbox"/> temp		44,640	MyISAM	latin1_swedish_ci	6.4 MB	-	
7 tabla(s)		Número de filas	713,688	InnoDB	latin1_swedish_ci	182.8 MB	0 Bytes

Figura 34. Panel de control de phpMyAdmin

En la columna Residuo a depurar (Overhead) se indica el exceso de datos incorrectos en las diferentes tablas de la base de datos. Esto incrementa el tamaño de la base de datos. Antes

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

de hacer una copia de seguridad o respaldo necesitamos optimizar la base de datos para deshacernos de este sobre exceso de datos.

Al final de la estructura de la base de datos mostrada se puede leer: “Marcar todos/as / Desmarcar todos / Marcar las tablas con residuo a depurar”

Seleccionar la tabla o tablas que desee manualmente con la casilla de selección de la izquierda que existe en cada una o pulsar en “Marcar todos” seleccionando todas las tablas automáticamente. La opción “Marcar las tablas con residuo a depurar” sólo marca las tablas con Overhead, las que aparecen en la columna de la derecha con exceso de datos incorrectos.

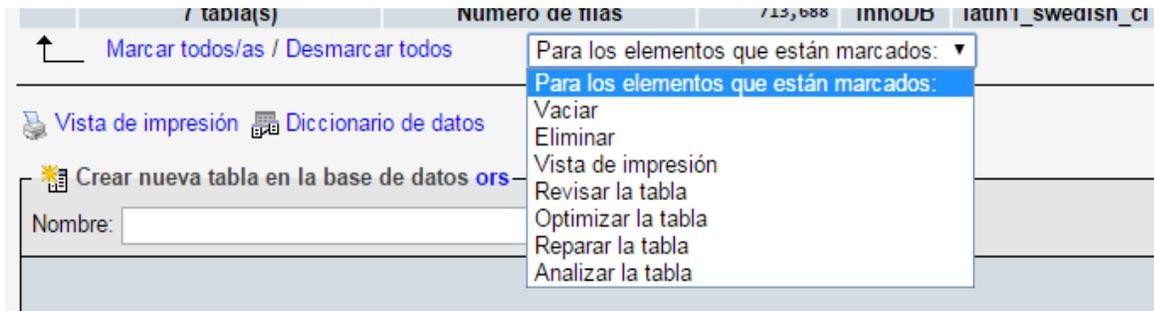


Figura 35. Opciones para tablas

Si se prefiere marcar todas las tablas y abrir el desplegable “Para los elementos que están marcados”

Ahí aparecen varias opciones:

- Vaciar (Empty), vacía o elimina el contenido de las tablas seleccionadas.
- Eliminar (Drop), elimina las tablas seleccionadas.
- Vista de Impresión (Print View), genera una lista detallada de las tablas para poder imprimirla.
- Revisar la tabla (Check table), comprueba la estructura de las tablas seleccionadas, muestra OK si todo está bien.

- Optimizar la tabla (Optimize table), optimiza las tablas seleccionadas eliminando el residuo que pudiera existir ocasionado por múltiples borrados y escrituras. Es como una especie de desfragmentación de las tablas.
- Reparar la tabla (Repair table), repara las tablas corruptas y elimina residuo.
- Analizar la tabla (Analyze table), analiza las tablas actualizando las claves que se usan para las consultas.

Una vez comprobado que no existen errores en nuestra base de datos podemos proceder a realizar la copia de seguridad.

Con lo anterior, aunque es un mantenimiento sencillo es suficiente para en buen funcionamiento de la base de datos, sin embargo, es recomendable que al menos por periodos de 6 o 12 meses se tenga la consulta de un especialista en administración de bases de datos para que se asegure el funcionamiento a largo plazo.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES

Con la conclusión de este proyecto se ven cumplidos los objetivos propuestos al inicio del mismo, dentro de los cuales se encuentra contar con una página Web en tiempo real a la cual puede accederse desde <http://132.248.6.200>.

Otro de los objetivos fue contar con una aplicación Web la cual cuenta con dos funciones principales, el registro de nuevos instrumentos y la consulta de datos en un rango de tiempo almacenados en la base de datos, previamente validados. Esta aplicación se encuentra funcionando actualmente. Sin embargo, cabe destacar que es de acceso restringido, es decir, los únicos que pueden utilizarla son los investigadores pertenecientes a la sección de Radiación Solar.

Este sistema en conjunto, página Web y sistema Web, representa la estructura base que será replicada para cada una de las estaciones instaladas a lo largo de la red meteorológica, las cuales alimentaran la misma base de datos, construyendo así una base de datos nacional de radiación solar.

La realización de este proyecto trajo consigo grandes aportaciones tanto a nivel personal como institucional ya que a pesar de que el Observatorio de Radiación Solar ya es considerado un Centro Regional para la medición de la Radiación Solar, el impacto institucional que le brindará, estará definido por la integridad, confiabilidad, disponibilidad y seguridad de la información generada en este observatorio, lo cual le dará un mayor reconocimiento mundial, abriendo así las puertas a más profesionales interesados en el área de la Radiación Solar para prepararse en una institución con aprobación mundial. Así mismo, brinda a México la posibilidad de generar avances en el uso de energías alternativas, destacando la energía solar, para minimizar los daños ambientales que aquejan a todo el mundo.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

Como profesional de la Ingeniería, la realización de este proyecto contribuyó con un aprendizaje significativo, lo cual provee de nuevas herramientas y estrategias que permiten llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en el largo camino de la educación, promoviendo la capacitación constante en nuevas tecnologías.

El verdadero complemento que deja este proyecto es debido a que requirió una amplia investigación en un campo ajeno al propio, así como el desarrollo en un lenguaje no conocido, lo cual represento un reto convertido en un gran logro.

En lo personal, más que un desarrollo de software este trabajo representa aprendizajes sobre la estrella más grande del Sistema Solar, la cual es contrastante, sin ella no se puede vivir pero en exceso quita la vida, a lo largo de sus 360 grados hay un beneficio acompañado de una virtud, sofocante pero siempre necesaria, por medio de este trabajo el significado de Sol ha dejado de ser esa luz que ilumina, genera calor y se esconde, ahora es fuente de vida, alimento de plantas, generadora de vitaminas, energía vital pero también peligro, enfermedad y dolor, por ello hay que conocerla y una vez que se ha logrado esto, vale la pena explotarla y aprovechar los beneficios que día a día se asoma a brindar.

CAPÍTULO 5

5. FUENTES

BIBLIOGRAFIA

- Frederick P. Brooks, J. (1995). *The Mythical Man-Month*.
- Palacio Bañeres, J. (2004). *Compendio de Ingeniería de Software*.
- Presman, R. S. (2002). *Ingeniería de Software, Un enfoque práctico*. McGraw Hill.
- Silberschatz, A., F. Korth, H., & Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de bases de datos*. Madrid: McGraw Hill.
- Valdés Barón Mauro, R. R. (2012). *La Radiación Solar*. México: Terracota.

ARCHIVOS PDF ONLINE

- http://www.geofisica.unam.mx/ors/energia_solar1.pdf
- http://www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/observacion/radiacion/Radiacion_Solar.pdf
- <http://www.moisesdaniel.com/es/wri/asie.pdf>
- <http://www.who.int/uv/publications/en/uvispa.pdf?ua=1>
- <http://img.redusers.com/imagenes/libros/lpcu097/capitulogratis.pdf>

SITIOS WEB

- [http://www.sapiensman.com/ESDictionary/P/Technical_vocabulary_Spanish\(P18-A\).htm](http://www.sapiensman.com/ESDictionary/P/Technical_vocabulary_Spanish(P18-A).htm)
- <http://escritura.proyectolatin.org/introduccion-al-estudio-de-fuentes-renovables-de-energia/21-radiacion-solar/>
- Luciano. (30 de agosto de 2008). */* luauf.com */*. Recuperado el 22 de abril de 2015, de <http://luauf.com/2008/08/30/mysql-tareas-tipicas-de-mantenimiento/>
- Scientific, Campbell. (s.f.). *Measurement & Control Products for Long-term Monitoring*. Recuperado el 14 de septiembre de 2014, de <https://www.campbellsci.es/>

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN, PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN TIEMPO REAL

- <http://www.nelsonpadilla.net/2015/03/17/modelos-ciclo-vida-desarrollo-software/>
- <http://es.slideshare.net/jdbg16/ingenieria-de-software-un-enfoque-prctico-pessman-5th-ed>