



**ESPE**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
MONITOREO Y PRONÓSTICO AMBIENTAL CON MENSAJES DE  
ALERTA QUE FUNCIONE EN EL SISTEMA DE TV DIGITAL EN LOS  
ESTÁNDARES ISDB-TB Y HBBTV**

**AUTOR: MUÑOZ PUCHI, ERICK JOSUÉ**

**DIRECTOR: ING. ACOSTA BUENAÑO, FREDDY ROBERTO**

**SANGOLQUÍ**

**2020**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, “*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y PRONÓSTICO AMBIENTAL CON MENSAJES DE ALERTA QUE FUNCIONE EN EL SISTEMA DE TV DIGITAL EN LOS ESTÁNDARES ISDB-TB Y HBBTV*” fue realizado por el señor *MUÑOZ PUCHI, ERICK JOSUÉ* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 15 de enero de 2020

**Ing. Freddy Roberto Acosta Buenaño**

C.C.: 1709439887



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **MUÑOZ PUCHI, ERICK JOSUÉ**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y PRONÓSTICO AMBIENTAL CON MENSAJES DE ALERTA QUE FUNCIONE EN EL SISTEMA DE TV DIGITAL EN LOS ESTÁNDARES ISDB-TB Y HBBTV** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 15 de enero de 2020

.....  
**Erick Josué Muñoz Puchi**

C.C.: 1720993185



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **MUÑOZ PUCHI, ERICK JOSUÉ** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: ***DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y PRONÓSTICO AMBIENTAL CON MENSAJES DE ALERTA QUE FUNCIONE EN EL SISTEMA DE TV DIGITAL EN LOS ESTÁNDARES ISDB-TB Y HBBTV*** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 15 de enero de 2020

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Erick Josué Muñoz Puchi', is written over a horizontal dotted line.

**Erick Josué Muñoz Puchi**

C.C.: 1720993185

## DEDICATORIA

*Este trabajo está dedicado a mi madre, quien es la persona más importante y especial en mi vida, y quien ha estado a mi lado desde el día en que nací brindándome su apoyo y su amor incondicional.*

*Este logro se lo debo a ella ya que sin sus cuidados y sus palabras de aliento esto no hubiera sido posible.*

## AGRADECIMIENTO

*Gracias a Dios por la vida de mis padres y de mi hermana, por la salud que me ha brindado a mí y a mi familia, por todas las bendiciones en el transcurso de mi vida y por permitirme graduarme en una universidad de prestigio.*

*Gracias a mis padres quienes me han brindado todo su apoyo y amor incondicional, ellos han sido los que siempre han confiado y creído en mí, gracias a su esfuerzo, trabajo y dedicación puedo alcanzar este logro y convertirme en la persona que ahora soy.*

*Gracias mamá por siempre estar pendiente de mí, por tu esfuerzo para darme todo lo necesario, por las palabras de aliento cuando parecía que me iba a rendir, por madrugar conmigo para servirme el desayuno y preparar mi refrigerio desde que estaba en la escuela, por eso y mucho más gracias mamá, tú has sido indispensable para que pueda convertirme en profesional.*

*De igual manera gracias a mi padre por todo su esfuerzo, por siempre estar dispuesto a ofrecerme lo mejor que podía para que yo sobresalga en la vida, por todo el apoyo incondicional durante toda mi vida, gracias por enseñarme que la constancia y el trabajo duro tiene sus recompensas.*

*Gracias hermana por todos tus consejos, aunque te encuentras lejos tu apoyo ha sido indispensable para que yo pueda alcanzar esta nueva meta.*

*Gracias a todas las personas que han sido parte de la culminación de esta etapa, amigos y profesores, en especial a mis tutores Diego Villamarín y Freddy Acosta, quienes me han ayudado y me han guiado para la realización de esta tesis brindándome todo su conocimiento y dedicación para su culminación.*

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>v</b>
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Justificación .....	2
1.3 Alcance del proyecto .....	5
1.4 Organización del documento .....	6
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
2.1 Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) .....	8
2.1.1 Misión. ....	9
2.1.2 Visión. ....	10
2.1.3 Recursos del INAMHI.....	10
2.1.3.1 Estaciones meteorológicas. ....	10
2.2 Web Scraping.....	11
2.2.1 Usos del Web Scraping.....	12
2.2.2 Técnicas de Web Scraping.....	13
2.2.2.1 Copiar y pegar. ....	13
2.2.2.2 Análisis HTML.....	13
2.2.2.3 Software Online.....	14
2.2.3 Legalidad del Web Scraping.....	15
2.3 Televisión Digital Terrestre (TDT) .....	15
2.3.1 Estándares de la TDT. ....	17
2.3.1.1 Estándar Americano, ATSC (Advanced Television Systems Committee). ....	17
2.3.1.2 Estándar Europeo, DVB (Digital Video Broadcasting).....	18
2.3.1.3 Estándar Chino, DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting).....	19

2.3.1.4	Estándar Japonés, ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting).....	20
2.3.1.5	Estándar Brasileño, ISDB-Tb (Integrated Services Digital Broadcasting, Terrestrial Brazilian). ....	22
2.3.2	Ventajas de la TDT.....	22
2.3.2.1	Calidad de imagen.....	22
2.3.2.2	Calidad de sonido.....	23
2.3.2.3	Multiprogramación.....	23
2.3.2.4	Interactividad.....	23
2.3.2.5	Televisión móvil.....	26
2.3.3	Tecnología de multiplexación de la TDT.....	26
2.3.3.1	Program Stream (PS).....	28
2.3.3.2	Transport Stream (TS).....	28
2.3.4	Proceso de Transmisión en la TDT.....	29
2.3.4.1	Transmisión.....	29
2.3.4.2	Recepción.....	29
2.4	La TDT en América Latina.....	30
2.4.1	La TDT en Ecuador.....	32
2.4.1.1	Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre 2018-2021.....	35
2.5	Middleware GINGA.....	37
2.5.1	Arquitectura de Ginga.....	39
2.5.1.1	Ginga-Common Core.....	39
2.5.1.2	Ginga-J.....	42
2.5.1.3	Ginga-NCL.....	43
2.6	Lenguaje NCL.....	44
2.6.1	Cabecera (<head>). ....	45
2.6.1.1	<regionBase>.....	45
2.6.1.2	<descriptorBase>.....	46
2.6.1.3	<connectorBase>.....	47
2.6.2	Cuerpo (<body>). ....	48
2.6.2.1	Puertos <port>.....	48
2.6.2.2	<media>.....	48
2.6.2.3	Enlaces <link>.....	49
2.7	Lenguaje Lua.....	49
2.7.1	Módulos de NCLua.....	51



2.7.1.1	Módulo NCLEdit.....	51
2.7.1.2	Módulo Canvas.....	51
2.7.1.3	Modulo Settings.....	52
2.7.1.4	Módulo Persistent.....	52
2.7.1.5	Módulo Event.....	52
2.8	Hybrid Broadcast Broadband TV (HbbTV).....	53
2.8.1	Consortio HbbTV.....	56
2.8.2	Aplicaciones HbbTV.....	58
2.8.3	Emuladores HbbTV.....	59
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA .....</b>		<b>60</b>
3.1	Web Scraping de Datos .....	60
3.2	Sistema en Ginga.....	64
3.2.1	Instalación y configuración de la máquina virtual.....	64
3.2.2	Eclipse.....	67
3.2.2.1	Descarga e instalación.....	67
3.2.2.2	Complemento NCL Eclipse.....	68
3.2.2.3	Complemento Lua Development Tools (LDT).....	70
3.2.2.4	Remote System Explorer (RSE).....	71
3.2.2.5	Conexión remota con Ginga-NCL Virtual STB.....	72
3.2.2.6	Ejecución de aplicaciones.....	75
3.3	Sistema en HbbTV .....	76
3.3.1	Visual Studio Code.....	76
3.3.2	Librerías de HbbTV.....	77
3.3.2.1	Hbbtvlib.....	78
3.3.2.2	KeyCodes.....	79
3.3.3	Base JavaScript.....	81
3.3.4	Funcionamiento del sistema desarrollado.....	83
3.3.4.1	Convertir datos a formato XML.....	83
3.3.4.2	Navegación.....	85
3.3.4.3	Estilo de la interfaz.....	87
<b>CAPÍTULO IV: PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>		<b>89</b>
4.1	Análisis de funcionamiento.....	89
4.1.1	Sistema en Ginga.....	89

4.1.2	Sistema en HbbTV. ....	92
4.2	Análisis de Usabilidad .....	94
4.2.1	Contenido y diseño. ....	95
4.2.2	Navegación. ....	96
4.2.3	Tiempo de respuesta. ....	97
4.2.4	Utilidad y satisfacción. ....	98
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>100</b>
5.1	Conclusiones .....	100
5.2	Recomendaciones .....	101
5.3	Trabajos Futuros.....	102
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>103</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>107</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Tipo de Estaciones del INAMHI</i> .....	11
<b>Tabla 2</b> <i>Situación Actual de la TDT en Latinoamérica</i> .....	31
<b>Tabla 3</b> <i>Ciudades con Cobertura TDT</i> .....	33
<b>Tabla 4</b> <i>Palabras Reservadas en Lua</i> .....	50
<b>Tabla 5</b> <i>Funciones de los Bloques de la Especificación HbbTV</i> .....	55
<b>Tabla 6</b> <i>Miembros del Consorcio HbbTV</i> .....	57
<b>Tabla 7</b> <i>Key Codes en JavaScript</i> .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Imagen del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.....	8
<b>Figura 2.</b> Web Scraping con Análisis HTML .....	14
<b>Figura 3.</b> Conexión con un Televisor Digital Integrado .....	16
<b>Figura 4.</b> Conexión con un Televisor Analógico .....	16
<b>Figura 5.</b> Modulaciones para Estándares de DVB .....	18
<b>Figura 6.</b> Segmentación del canal ISDB.....	21
<b>Figura 7.</b> Combinación de servicios en ISDB.....	21
<b>Figura 8.</b> Interactividad Local .....	25
<b>Figura 9.</b> Interactividad Remota.....	25
<b>Figura 10.</b> Proceso de Multiplexación de MPEG-2 .....	27
<b>Figura 11.</b> Proceso de Transmisión de la TDT .....	30
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de Población con Cobertura de TV Abierta y Digital .....	35
<b>Figura 13.</b> Interacción del Middleware.....	38
<b>Figura 14.</b> Arquitectura del Middleware Ginga.....	39
<b>Figura 15.</b> Componentes de Ginga Common Core.....	40
<b>Figura 16.</b> API's de Ginga-J.....	42
<b>Figura 17.</b> Componentes de Ginga-NCL.....	43
<b>Figura 18.</b> Secciones del documento NCL .....	45
<b>Figura 19.</b> Base de Regiones y Posicionamiento para NCL .....	46
<b>Figura 20.</b> Regiones y Posicionamiento del Documento NCL .....	46
<b>Figura 21.</b> Descriptores del Documento NCL .....	47
<b>Figura 22.</b> Importar Conectores al Documento NCL.....	47
<b>Figura 23.</b> Ejemplo de Conector.....	48
<b>Figura 24.</b> Puertos de Entrada del Documento NCL .....	48
<b>Figura 25.</b> Elementos media del Documento NCL.....	49
<b>Figura 26.</b> Link del documento NCL.....	49
<b>Figura 27.</b> Ícono del Lenguaje Lua.....	50
<b>Figura 28.</b> Programación Orientada a Eventos .....	53
<b>Figura 29.</b> Televisión Híbrida .....	54
<b>Figura 30.</b> Especificación HbbTV .....	55
<b>Figura 31.</b> Aplicación Botón Rojo de RTVE.....	58
<b>Figura 32.</b> Aplicación rtve A la Carta en HybridTvViewer.....	59
<b>Figura 33.</b> Página web del INAMHI .....	60
<b>Figura 34.</b> Conversión de la Página Web a DOM .....	61
<b>Figura 35.</b> Cargar html para la Extracción de Datos.....	61
<b>Figura 36.</b> Análisis con la Herramienta de Desarrollador de Chrome .....	62
<b>Figura 37.</b> Consulta de Información dentro de Etiquetas HTML.....	63
<b>Figura 38.</b> Página web con Datos Recopilados.....	64

<b>Figura 39.</b> VMware Workstation 15 PRO .....	65
<b>Figura 40.</b> Instalación de Ginga-NCL Virtual STB .....	65
<b>Figura 41.</b> Ginga-NCL Virtual STB .....	66
<b>Figura 42.</b> Versión de Eclipse .....	68
<b>Figura 43.</b> Instalar Nuevo Software.....	68
<b>Figura 44.</b> Añadir Nuevo Repositorio NCL Eclipse .....	69
<b>Figura 45.</b> Instalación de NCL Eclipse.....	69
<b>Figura 46.</b> Añadir Nuevo Repositorio LDT (Herramientas de Desarrollo Lua).....	70
<b>Figura 47.</b> Instalación de Lua Development Tools (LDT).....	71
<b>Figura 48.</b> Cambio de Perspectiva a RSE.....	72
<b>Figura 49.</b> Nueva Conexión al Sistema Remoto .....	73
<b>Figura 50.</b> Información para la Conexión Remota.....	73
<b>Figura 51.</b> Nueva Conexión Remota .....	74
<b>Figura 52.</b> Establecer Conexión Remota con Ginga-NCL Virtual STB .....	74
<b>Figura 53.</b> Archivos de Ginga-NCL Virtual STB .....	75
<b>Figura 54.</b> Shell para la Ejecución de Aplicaciones.....	76
<b>Figura 55.</b> Ícono de Visual Studio Code.....	77
<b>Figura 56.</b> Función para Crear e Inicializar HbbTV .....	78
<b>Figura 57.</b> Eventos Asignados a Variables .....	81
<b>Figura 58.</b> Key Codes Asignados a Variables .....	81
<b>Figura 59.</b> Función que Inicializa la Aplicación.....	82
<b>Figura 60.</b> Función setkeyset (mask).....	82
<b>Figura 61.</b> Funciones registerKeyListener() y menuInic().....	83
<b>Figura 62.</b> Generar XML de Información Índice UV .....	84
<b>Figura 63.</b> Archivo XML Generado .....	85
<b>Figura 64.</b> Navegación por el Menú de Pronóstico.....	86
<b>Figura 65.</b> Función de las Teclas de Dirección.....	87
<b>Figura 66.</b> Estilo a la Sección de Pronóstico .....	88
<b>Figura 67.</b> Teclas que Emulan el Control Remoto en Ginga .....	89
<b>Figura 68.</b> Pantalla Principal del Sistema de Monitoreo Ambiental .....	90
<b>Figura 69.</b> Información sobre el clima Actual y el índice UV .....	90
<b>Figura 70.</b> Pronóstico de los Cuatro Días Sigüientes.....	91
<b>Figura 71.</b> Teclas que Emulan el Control Remoto en HbbTV .....	92
<b>Figura 72.</b> Índice de Radiación UV y Clima Actual .....	93
<b>Figura 73.</b> Pronóstico de Cuatro Días.....	93
<b>Figura 74.</b> Niveles de Medición Escala de Liker.....	94
<b>Figura 75.</b> Resultados Diseño y Contenido .....	95
<b>Figura 76.</b> Resultados de Navegación .....	96
<b>Figura 77.</b> Resultados Tiempo de Respuesta Ginga .....	97
<b>Figura 78.</b> Tiempo de Respuesta HbbTV .....	98
<b>Figura 79.</b> Resultados de Utilidad y Satisfacción .....	99

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación busca diseñar e implementar un sistema de monitoreo y pronóstico ambiental para Televisión Digital Terrestre (TDT), la cual muestre información y el pronóstico de los factores climáticos más importantes de la ciudad de Quito, además mostrará un mensaje sobrepuesto en la pantalla principal con noticias importantes sobre el clima. Los factores climáticos que se mostrarán son: temperatura, niveles de radiación ultravioleta (UV), nivel de precipitación, humedad y velocidad del viento; los cuales serán tomados de la página oficial del INAMHI (*Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*), encargado de suministrar información vital sobre el tiempo, el clima y los recursos hídricos del pasado, presente y futuro. El mensaje de alerta se mostrará superpuesto sobre el video, dando a conocer al usuario información relevante sobre el clima y que se pueda tomar las medidas correspondientes. Con el sistema de monitoreo y pronóstico ambiental, el televidente podrá consultar el clima de Quito en la fecha actual y observar los pronósticos de los cuatro días posteriores. Además, será multiplataforma; es decir, funcionará para el estándar latinoamericano ISDB-Tb (International System for Digital Broadcast, Terrestrial, brazilian version) a través de su middleware Ginga; y para el estándar europeo DVB (Digital Video Broadcasting) a través de su tecnología HbbTV (Hybrid Broadband Broadcast TV).

### **PALABRAS CLAVE:**

- **TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE**
- **FACTOR CLIMÁTICO**

- **MULTIPLATAFORMA**
- **MIDDLEWARE**

### **ABSTRACT**

This research project seeks to design and implement an environmental monitoring and forecasting system for Digital Terrestrial Television (DTT), which shows information and the forecast of the most important climatic factors of Quito, and will also show a message superimposed on the main screen with important weather news. The climatic factors that will be shown are: temperature, ultraviolet radiation (UV), precipitation level, humidity and wind speed; which will be taken from the official website of the INAMHI (National Institute of Meteorology and Hydrology), responsible for providing vital information about the weather, climate and water resources of the past, present and future. The alert message will be shown superimposed on the video, informing the user of relevant weather information and that the corresponding measures can be taken. With the environmental monitoring and forecasting system, the viewer can check the weather in Quito on the current date and observe the forecasts for the next four days. In addition, it will be multiplatform; that is, it will work for the Latin American standard ISDB-Tb (International System for Digital Broadcast, Terrestrial, Brazilian version) through its Ginga middleware; and for the European standard DVB (Digital Video Broadcasting) through its technology HbbTV (Hybrid Broadband Broadcast TV).

### **KEY WORDS:**

- **DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION**
- **CLIMATE FACTOR**

- **MULTI PLATFORM**
- **MIDDLEWARE**



## CAPÍTULO I

### 1.1 **Introducción**

La televisión se ha convertido en la principal fuente de información y entretenimiento desde su invención, y es el dispositivo con mayor presencia en la sociedad. Con la digitalización de la señal de televisión se brinda a los televidentes más características y ventajas, como por ejemplo se optimiza el uso del espectro, se ofrece una mejor calidad de audio y video, mayor cantidad de canales, multiprogramación, interactividad, entre otros.

La evolución de los sistemas analógicos en digitales ha sido un gran avance en el sector de las telecomunicaciones, y con esto se ha logrado que los servicios sean más eficientes y ofrezcan ventajas para los usuarios. Y en este ámbito, la llegada de la Televisión Digital Terrestre (TDT) ha sido el avance más importante desde la invención de la televisión a color en los años 70.

Existen varios estándares de Televisión Digital en el mundo, los cuales contienen las normas y parámetros para su funcionamiento, desarrollo e implementación y cada país ha adoptado el estándar que mejor se adapte a sus necesidades. Entre los principales se encuentran el estándar DVB-T utilizado en la mayor parte de Europa y el estándar japonés brasileño ISDB-Tb utilizado en casi toda Latinoamérica; el presente proyecto será realizado en estos dos estándares.

En Ecuador se sigue transmitiendo señales analógicas; sin embargo, desde el 2010 se adoptó el estándar ISDB-Tb y se ha creado el “Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre 2018-2021”, el cual establece las condiciones y requerimientos para la transición hacia la TDT mediante tres estrategias y un cronograma de cuatro fases con actividades hasta 2023.

La TDT es un gran avance tecnológico que permite la creación e integración con nuevas tecnologías en favor de la población, ofreciendo una nueva forma de ver televisión mediante la creación de aplicaciones interactivas en los ámbitos de educación, salud, guías electrónicas, tráfico, clima, tele compra, voto electrónico, encuestas, concursos, entre otros.

Una de las tecnologías con las que se puede combinar la TDT es el Web Scraping, la cual permite extraer información específica de una página web, y en este caso se obtendrá la información de la página web del INAMHI para el diseño de un sistema de monitoreo y pronóstico ambiental que funcione en la Televisión Digital Terrestre, para lo cual se utilizará el middleware Ginga en el estándar latinoamericano y la tecnología HbbTV en el estándar europeo.

## 1.2 **Justificación**

La televisión hoy en día es el dispositivo de mayor presencia en la sociedad ecuatoriana, se debería apostar a la implementación de la interactividad para brindar diversos servicios electrónicos, como un medio alternativo de acceso a servicios públicos y para brindar información de interés general. La importancia del nuevo campo, sobre la TV Digital es evidente en cualquier rama de los estudios de comunicación. Se abren nuevas estrategias empresariales, nuevos usos sociales, nuevos tipos de programas, nueva forma de producción, etc. Es un nuevo campo que ofrecerá muchas fuentes de trabajo e investigación (Valencia J., 2013). La TDT, permite a los usuarios pasar de ser un receptor pasivo a interactuar con el proveedor en servicios como: educación, agricultura, farmacias de turno, salud, terminales (aéreos y terrestres), guías

electrónicas, tráfico, clima, impuestos, gobierno electrónico, tele compra, voto electrónico, encuestas, concursos, etc. (Alulema D., 2012)

En la investigación titulada “Estimación de indicadores de desinformación climática para el mejoramiento de la gestión de riesgos en el Ecuador” (Güingla, 2017) señala una aproximación para conocer el grado de desinformación climática que tiene la población ecuatoriana, mediante encuestas en todo el país, en donde se reveló que solo un 37,4% de los usuarios usan frecuentemente la información del INAMHI para la planificación de su actividad, además solo un 32,6% de los usuarios comprende completamente la información. Con la TDT se lograría mejorar la difusión en los medios de comunicación hacia la población ecuatoriana para incrementar la confianza y buena percepción de la población sobre los servicios del INAMHI.

Existen varios estándares de TDT alrededor del mundo, dos de los más importantes que admiten aplicaciones interactivas y que son objetos de estudio en este proyecto son el estándar japonés brasileño ISDB-Tb con su middleware Ginga y el europeo conocido como DVB con su tecnología HbbTV. Sin embargo, las aplicaciones no son compatibles con un estándar común y esta fragmentación dificulta la creación de experiencias innovadoras en estos sistemas diferentes. (Moreira, Keimel, Costa, Klaus, & Knorich, 2014). Varias investigaciones ya han sido realizadas estudiando su compatibilidad, por ejemplo, en el tema de tesis titulado “Multi-Platform Interactive TV Template: Herramienta online para la generación de plantillas interactivas multiplataforma para televisión digital” (Haro, 2019), en donde se permite crear aplicaciones online a partir de plantillas y descargar el código para Ginga o HbbTV. En el trabajo de fin de master titulado “Estudio comparativo y de integración para las plataformas de televisión interactiva europea HbbTV y latinoamericana Ginga” (Villamarín, 2014), se desarrolló una aplicación interactiva de carácter

informativo, con el fin de realizar una comparación más objetiva de las dos plataformas de interactividad y se planteó el objetivo de realizar una aplicación interactiva común, pero desarrollada en ambas plataformas, utilizando las herramientas disponibles y procedimientos necesarios tanto para HbbTV como para Ginga.

El mostrar algún tipo de información durante la programación normal puede llegar a ser muy útil ya que permite a los televidentes estar informados sobre cualquier tema y al mismo tiempo ver su programación favorita, por ejemplo, se lo puede usar para colocar anuncios, comentarios de programas, señales de tiempo, etc. En el proyecto de tesis titulado “TV Digital Fija Utilizando Middleware Ginga-NCL aplicado a un noticiero digital” (Muñoz & Sigüenza, 2012), se realizó una aplicación interactiva que presenta noticias en la parte inferior de la pantalla durante la programación normal, dichas noticias son provenientes de canales RSS, y además permite observar únicamente los temas de interés para el usuario.

Una técnica más avanzada para mostrar información sobre la programación normal lo explica la investigación titulada “Viewer-Tailored Advertising for Video on Demand Platforms” (De Michele & Furini, 2019), en donde utilizan un mensaje sobrepuesto para mostrar publicidad personalizada en los sistemas VoD actuales, sin requerir grandes cambios y una evaluación del sistema muestra que los espectadores aprecian la propuesta.

La creación e integración de nuevas tecnologías con la TDT en favor de la población permite mejorar su calidad de vida, otorgando una mayor autonomía dentro de su entorno, un ejemplo de esto se lo realizó en el trabajo de titulación “Diseño e implementación de un Sistema de Automatización para Hogares con Aplicación Interactiva para la Televisión Digital Basada en la

Plataforma Ginga” (Enríquez, Villamarín, & Acosta, 2019), en donde se integró con la domótica e Internet de las Cosas (IoT), ofreciendo un sistema de automatización para hogares con una aplicación interactiva para TDT basada en Ginga.

Con este proyecto presentado, se busca seguir mejorando la calidad de vida y la autonomía, mediante una aplicación interactiva fácil de usar e intuitiva que permita a la ciudadanía mantenerse informados y prevenidos de varias condiciones climáticas en la ciudad de Quito.

### 1.3 Alcance del proyecto

Con el desarrollo de este proyecto de investigación se obtendrá un sistema de monitoreo y pronóstico ambiental multiplataforma que muestre la importancia del clima en nuestras vidas diarias y tenga una información fácil de comprender.

Al momento de extraer la información necesaria desde la página web del INAMHI se creará una página sencilla escrita en lenguaje PHP, la cual estará disponible en cualquier momento y desde cualquier lugar ya que se almacenará en un servidor externo. Desde esta página creada se recopilará la información para ser mostrada en la TDT.

El sistema para el estándar latinoamericano será desarrollado a través del middleware Ginga, el cual utiliza los lenguajes de programación Ginga-NCL y Lua, mientras que para el estándar europeo se utilizará la tecnología HbbTV, el cual utiliza lenguajes como Javascript, HTML, CSS.

Para comprobar el funcionamiento del sistema desarrollado en Ginga se utilizará un decodificador para TDT y se generará un Transport Stream para su transmisión, mientras que en

HbbTV se almacenará en un servidor externo y se podrá acceder mediante el navegador Firefox, el cual debe tener instalado el plugin HybridTvViewer.

#### 1.4 **Organización del documento**

El proyecto de investigación consta de cinco capítulos, los cuales están organizados de la siguiente manera:

**Capítulo I.** Este capítulo describe una visión general del proyecto a realizarse, en primer lugar, contiene la introducción que describe puntos importantes para familiarizarse con el tema, continúa con su justificación que describe la importancia del proyecto y sus antecedentes, y, por último, el alcance del proyecto que describe su culminación y su funcionamiento final.

**Capítulo II.** Este capítulo contiene el marco teórico, el cual describe los temas que se basan en la realización del proyecto. Comienza con la descripción del INAMHI, encargada de brindar información oficial sobre las condiciones meteorológicas de Ecuador; continúa con la descripción de la técnica que se encargará de la extracción de datos de páginas web. El capítulo continúa con el estudio de la Televisión Digital Terrestre, su funcionamiento, sus estándares, sus ventajas y la situación actual en Latinoamérica y en Ecuador. Por último, contiene la descripción del middleware Ginga utilizado en el estándar latinoamericano y la tecnología HbbTV utilizada en el estándar europeo, así como también la descripción de sus lenguajes de programación.

**Capítulo III.** Este capítulo contiene el diseño y la manera en que se implementó el sistema en ambos estándares, se describe el software necesario y se explica las principales secciones del código de programación para su desarrollo.

**Capítulo IV.** Este capítulo contiene el análisis y las pruebas de funcionamiento del sistema desarrollado en ambos estándares, además contiene los resultados del análisis de usabilidad.

**Capítulo V.** En este capítulo final se describen las conclusiones y recomendaciones después de la finalización del proyecto y de los resultados obtenidos, además se describe trabajos futuros para mejorar el desempeño y la presentación del proyecto realizado.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

INAMHI es el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador, ubicado en la ciudad de Quito en las calles Núñez de Vela N36-15 y Corea. Es la única entidad oficial del país que se encarga de proporcionar información relevante a la ciudadanía sobre las condiciones del tiempo, el clima y los recursos hídricos del pasado, presente y futuro, que necesita conocer el país para la protección de la vida humana y los bienes materiales.



*Figura 1.* Imagen del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

El INAMHI se encarga de la instalación, operación y mantenimiento de la infraestructura nacional de estaciones meteorológicas e hidrológicas para obtener, recopilar, estudiar, procesar, publicar y difundir información acerca de las condiciones meteorológicas, climáticas e hidrológicas del país. Gracias a dicha información colabora en la planificación a corto y largo plazo de las actividades nacionales para el desarrollo sostenible del país.

Es un organismo técnico con presencia a nivel nacional e internacional; en el contexto nacional realizan un trabajo conjunto con la Secretaria de Gestión de Riesgos, para brindar información oportuna y segura del pronóstico diario del tiempo, predicciones y avisos de



fenómenos meteorológicos e hidrológicos a toda la ciudadanía y a todos los medios de comunicación, y en caso de que los fenómenos sean extremos se emiten alertas tempranas que pueden salvar muchas vidas, reducir los daños materiales y proteger el medio ambiente.

En el contexto internacional, es miembro de la Organización Meteorológica Mundial (OMM); organismo especializado de las Naciones Unidas para la meteorología (tiempo y clima), la hidrología operativa y las ciencias geofísicas conexas, está integrado por 193 Estados y Territorios Miembros (Organización Meteorológica Mundial, 2019).

La OMM establece normas internacionales para el intercambio de información entre países sobre el tiempo, el clima y los recursos hídricos; esta cooperación internacional es muy importante para el desarrollo de la meteorología y la hidrología operativa. Además, hace posible el intercambio de información acerca de la seguridad y protección de la sociedad, el bienestar económico y la protección del medio ambiente.

### **2.1.1 Misión.**

El INAMHI es la entidad técnico-científica responsable en el Ecuador de la generación y difusión de la información hidrometeorológica que sirva de sustento para la formulación y evaluación de los planes de desarrollo nacionales y locales y la realización de investigación propia o por parte de otros actores, aplicada a la vida cotidiana de los habitantes y los sectores estratégicos de la economía; apoyado en personal especializado y en una adecuada utilización de las nuevas tecnologías de la automatización, información y comunicación. (INAMHI, 2017)

### **2.1.2 Visión.**

En cinco años consolidarse a nivel nacional y como representantes internacionales, siendo la Institución líder en la generación de información e investigación sobre el comportamiento del clima, el tiempo y el agua de manera confiable oportuna, asequible y útil para la sociedad y el desarrollo sustentable del país. (INAMHI, 2017)

### **2.1.3 Recursos del INAMHI.**

El organismo cuenta con personal especializado en Meteorología e Hidrología, y gracias al desarrollo de la ciencia y la tecnología se tiene la posibilidad de vigilar y predecir el comportamiento de la atmósfera y las aguas interiores.

#### ***2.1.3.1 Estaciones meteorológicas.***

Su función es la de obtener datos importantes relacionados a temperatura, humedad, precipitaciones, nivel de radiación UV, y condiciones del viento. Se encuentran distribuidas de la siguiente manera: en la Región Sierra el 61,5%; en la región Oriente el 6,9% y en la Región Costa el 29,6%.

(Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016) menciona en su Informe titulado “Sistema de Alerta Temprana (SAT) para Eventos de Tsunamis y Control de Represas” la distribución y el tipo de las estaciones meteorológicas existentes en las regiones del país, las cuales se pueden observar en la **Tabla 1**

Específicamente, en el Distrito Metropolitano el INAMHI dispone de siete estaciones meteorológicas para la recolección de datos, las cuales están ubicadas en los sectores de Izobamba, Ñaquito, La Tola, Tomaló, Bicentenario, Lloa y Quitumbe (García, 2017).

**Tabla 1**

*Tipo de Estaciones del INAMHI*

<b>Tipo de estación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Función</b>
Agrometeorológica	13	Estudia las condiciones meteorológicas y su relación con la producción agrícola.
Climatológica ordinaria	71	Mide las precipitaciones y temperatura de forma instantánea
Climatológica principal	37	Mide el tiempo atmosférico actual, precipitación, humedad, viento, radiación solar
Pluviográfica	5	Realiza de forma continua la medición de precipitaciones con el fin de conocer el registro de la intensidad, duración y periodo de lluvias
Pluviométrica	134	Mide la cantidad de lluvia entre dos mediciones consecutivas
<b>TOTAL</b>	<b>260</b>	

## 2.2 Web Scraping

El web scraping o scraping de datos es una técnica que permite extraer información específica de una página web. El ejemplo más común de scraping de datos es cuando se realiza la acción de “copiar y pegar” información de varias páginas web y utilizarla de manera diferente en un documento nuevo. Sin embargo, al realizar esta técnica de “copiar y pegar” se desperdicia mucho tiempo al visitar varias páginas web y organizar toda la información obtenida para ser

utilizada con otra finalidad. Lo que pretende la técnica del web scraping, es realizar la acción de “copiar y pegar” de un modo más eficiente, mediante el uso de la programación. De modo que, programando se pueda obtener y organizar la información que se encuentra en las diferentes páginas web. (Hernández, 2014)

Internet está lleno de información, pero la cual se encuentra desordenada (sin estructurar) y el principal objetivo de Web Scraping es recoger todos los datos sin estructurar que se encuentran en la web y transformarlos en datos estructurados para que puedan ser almacenados y procesados en una base de datos. (Calvopiña, 2018)

### **2.2.1 Usos del Web Scraping.**

Los buscadores como Google, Yahoo, Bing están programados para realizar web scraping ya que se encargan de rastrear sitios por toda la red, analizan sus contenidos y finalmente lo clasifican mostrando un listado con las coincidencias encontradas.

La popularidad de esta técnica ha ido aumentando en las empresas digitales ya que presenta múltiples ventajas frente a sus competidores al permitir la detección de cambios de sus sitios web y conocer si lanzan nuevos productos, sus precios, ofertas, etc.

Además, existen varios sitios que utilizan web scraping para obtener automáticamente los precios y descripciones de productos o servicios y mostrarlos en una sola página web, permitiendo al usuario o cliente ahorrar tiempo y dinero al momento de buscar la mejor opción en servicios como hoteles, vuelos, compra o alquiler de autos, entre otros.

Se pueden mencionar otros casos de uso legítimo del web scraping como la monitorización de factores climáticos de cierta región, periodismo de investigación, crear un canal RSS con los contenidos de una página web.

## **2.2.2 Técnicas de Web Scraping.**

Todas las técnicas que existen para realizar web scraping sirven para ubicar y extraer datos que se encuentran dentro del código HTML de una página web. Las técnicas más utilizadas y conocidas son las siguientes:

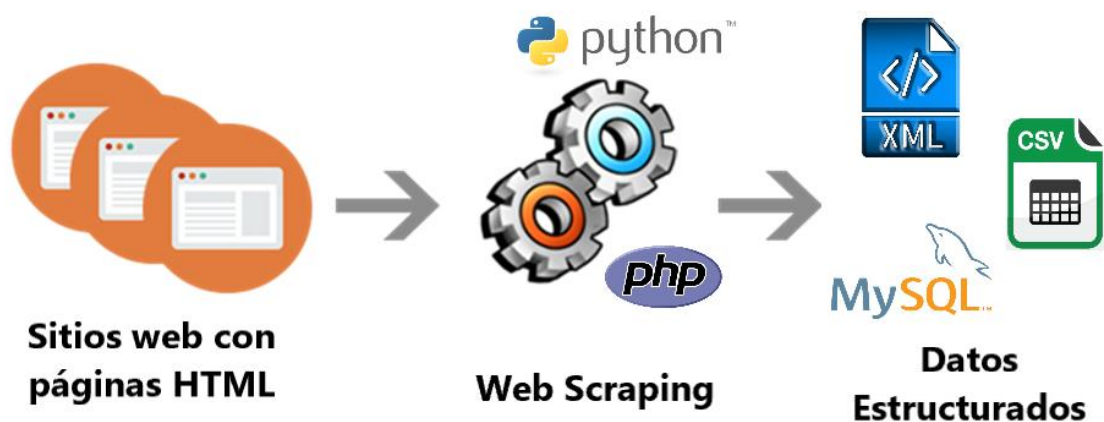
### ***2.2.2.1 Copiar y pegar.***

Esta es una de las técnicas más cotidianas que todo usuario ha realizado mientras navega por la web y realiza deberes, investigaciones, etc. y consiste en seleccionar la información de interés, copiarla usando las teclas Ctrl+C y luego pegarla en un documento externo usando las teclas Ctrl+V.

### ***2.2.2.2 Análisis HTML.***

Esta técnica se la realiza mediante algoritmos programados en lenguajes como Python o PHP. Se empieza realizando la conexión al sitio web y posteriormente se hace un análisis de su estructura para conocer sus elementos HTML.

A través de algoritmos se puede procesar el código HTML que forman los sitios web y extraer los datos o información que se necesita de forma automática. En la Figura 2 se muestra el proceso de funcionamiento de esta técnica.



*Figura 2.* Web Scraping con Análisis HTML

### *2.2.2.3 Software Online.*

En un principio, para realizar web scraping se necesitaba tener conocimientos de programación; sin embargo, actualmente se han desarrollado varias herramientas online que permiten realizar web scraping de modo más sencillo mediante el uso de interfaces, y permiten la obtención de la información rápidamente. Aunque; también es cierto, que este tipo de programas están limitados. (Hernández, 2014)

Dichas herramientas no requieren conocimientos de programación, pero no ofrecerán toda la flexibilidad que tendría si se desarrollara en un lenguaje de programación. Algunos ejemplos de estas herramientas son: Webscraper.io, Import.io, Mozenda.com, Dexi.io, Parsehub.com, entre otros que se pueden encontrar en Internet.

### **2.2.3 Legalidad del Web Scraping.**

Como en muchos campos tecnológicos, el precedente legal de realizar web scraping es escaso y una buena manera de evitar problemas es siempre seguir los términos de uso y los derechos de autor de la información a acceder para conocer sobre la legalidad o ilegalidad del uso de sus datos. (Mitchell, 2013)

Por lo tanto, la legalidad del web scraping depende del uso que se le dé a la información recopilada; es decir, es completamente legal siempre y cuando dicha información no viole los derechos de autor, propiedad intelectual o el uso de marcas registradas, o que se esté realizando una competencia desleal dañando la reputación de su competencia.

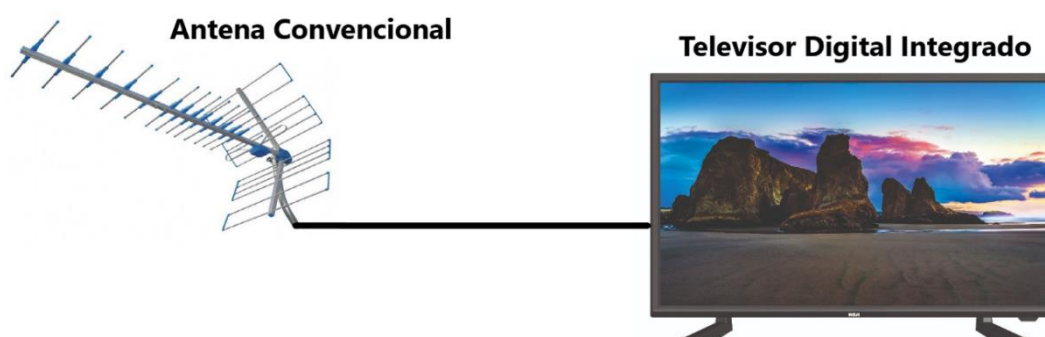
Es importante mencionar que algunas páginas web evitan que se pueda realizar web scraping mediante los captchas “No soy un robot” o identificar objetos en imágenes. El motivo por el que se protegen es porque además de recopilar información, el web scraping también puede ser utilizado para crear cuentas falsas y saturar el servidor, llenar formularios con información falsa, o realizar cualquier acción ilegal en la red de forma automática.

## **2.3 Televisión Digital Terrestre (TDT)**

La Televisión Digital Terrestre (TDT) es una nueva tecnología que permite transmitir la señal de televisión en formato digital (codifica su señal en forma binaria), reemplazando la tradicional señal analógica, lo que permitirá varios beneficios en el servicio de televisión.

La señal de la TDT es transmitida de la misma manera que la televisión analógica, por ondas electromagnéticas terrestres, y se la recibe mediante antenas UHF convencionales. Los televisores actuales no necesitan ningún dispositivo adicional para recibir su señal ya que tienen un decodificador integrado, y en el caso de los televisores analógicos necesitarán un Set Top Box (STB) para recibir su señal (Chang & Narváez, 2015).

El diagrama de conexión del primer caso se lo puede observar en la Figura 3, y para la conexión con un televisor analógico se lo puede observar en la Figura 4.



*Figura 3.* Conexión con un Televisor Digital Integrado



*Figura 4.* Conexión con un Televisor Analógico



Esta nueva tecnología de la televisión permitirá a los televidentes la posibilidad no solo de mirar los canales en alta definición sino también de interactuar y dar su opinión sobre la programación diaria, además se podrán ofrecer servicios enfocados en educación, telesalud, y transmitir una alerta temprana a la población sobre los posibles desastres naturales en la región.

Existen otras plataformas de TV digital (cable, satélite, IPTV), las cuales ofrecen el servicio de televisión pagada, y uno de los errores más comunes es confundirlas con la señal de la TDT, esto es totalmente erróneo ya que la característica principal es que sus emisiones son en señal abierta y no hay necesidad de firmar contratos de suscripción ni pagar cuotas mensuales, y por lo tanto la TDT no ofrece canales internacionales.

### **2.3.1 Estándares de la TDT.**

Para obtener la señal de la TDT existen cinco estándares vigentes a nivel mundial, los cuales contienen las normativas y parámetros para su funcionamiento, desarrollo e implementación tanto de transmisores como receptores. Cada país utiliza el estándar que mejor se adapte a sus necesidades, entre los cuales se tienen los siguientes:

#### ***2.3.1.1 Estándar Americano, ATSC (Advanced Television Systems Committee).***

Fue desarrollado por el Comité de Sistemas Avanzados de Televisión en Estados Unidos para ofrecer las ventajas de la televisión digital utilizando los mismos 6MHz como lo hacía su predecesor analógico NTSC (National Television System Committee). Este estándar ha sido adoptado por EE. UU, Canadá, Corea del Sur, México, Honduras y El Salvador

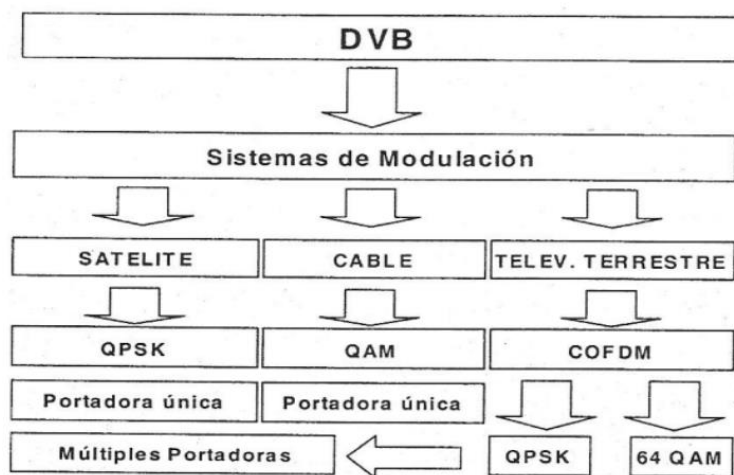
Utiliza el códec de video MPEG-2 (Moving Pictures Experts Group-2) y el códec de audio Dolby Digital AC-3. Trabaja con dos tipos de modulación: 8-VSB (Modulación de Banda Vestigial) y 16-VSB utilizado para la transmisión de canales por cable.

### 2.3.1.2 Estándar Europeo, DVB (Digital Video Broadcasting).

DVB es una alianza formada por varias empresas de distintos países para el desarrollo de la televisión digital y ha desarrollado varios estándares para la transmisión digital, entre los más importantes se encuentran:

- Transmisión Digital Terrestre (DVB-T y DVB-T2)
- Transmisión Digital Satelital (DVB-S)
- Transmisión Digital por Cable (DVB-C)
- Transmisión Digital Terrestre para Dispositivos Móviles (DVB-H)

Cada estándar DVB utiliza distintos tipos de modulación y se lo puede observar en la Figura 5.



**Figura 5.** Modulaciones para Estándares de DVB

Fuente: (Holguín, 2010)

Se realizará el análisis del estándar DVB-T desarrollado en el año 2000, el cual funciona para canales de 8MHz, pero también se pueden utilizar canales de 6 y 7 MHz. Utiliza el códec de video MPEG-2 y una modulación COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) con dos modos de operación: el modo 2K con 1705 portadoras y el modo 8K con 6817 portadoras, de manera que ofrece una mejor protección al multitrayecto (Holguín, 2010).

En 2008 aparece la segunda generación de este estándar llamado DVB-T2, y ha sido adoptado en la totalidad de los países europeos, además de Panamá, Uruguay, Colombia. Utiliza el códec de audio HE-AAC, y el códec de video MPEG-2 para los canales SD y MPEG-4 AVC (Advanced Video Codec) para los canales HD, esto permite incrementar su ancho de banda entre 30-60% para la incorporación de más servicios en los canales de televisión, además permite una modulación hasta 256QAM con lo que se puede hacer más robusta la señal.

### ***2.3.1.3 Estándar Chino, DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting).***

El estándar ha sido adoptado en China, Hong Kong y Macao. Fue presentado en agosto de 2006, y un año después entró en vigencia a nivel nacional en China. Está diseñado para funcionar en terminales fijos y móviles utilizando canales con anchos de banda de 6 y 8 MHz, utiliza el códec de video MPEG-4 y también MPEG-2, las cuales pueden ser usadas a criterio de cada transmisor.

Utiliza la modulación TDS-OFDM (Time Domain Synchronization-Orthogonal Frequency Division Multiplexing), la cual permite combinar la transmisión de canales en SD, HD y los servicios multimedia. Además, puede utilizar diferentes métodos que mejoran su rendimiento, como la codificación LDPC (Low Density Check Coding) para protección avanzada contra errores y las secuencias PN (Pseudo randomNoise) que funcionan como intervalos de guarda.

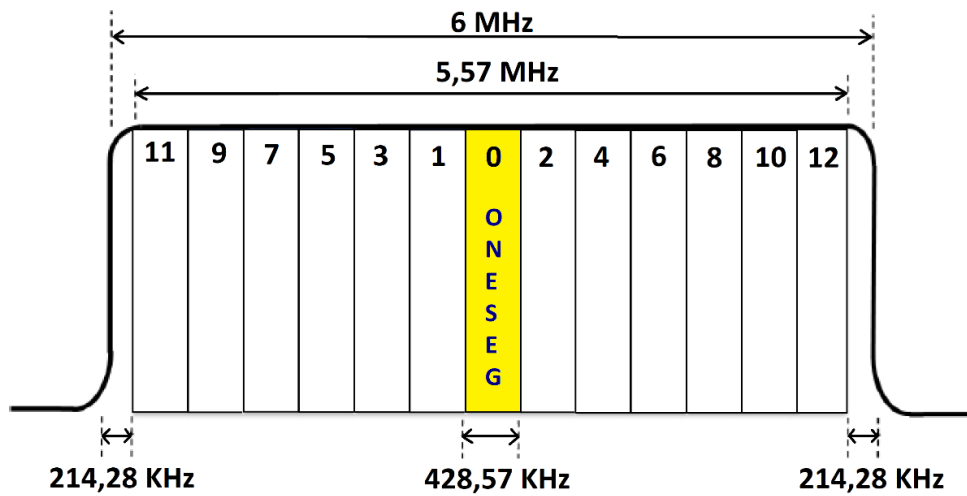
#### ***2.3.1.4 Estándar Japonés, ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting).***

El desarrollo del estándar ISDB comenzó en 1980 y sus transmisiones en Japón en 2003; al igual que el estándar DVB, comprende varias especificaciones para la transmisión digital, las cuales son:

- ISDB-S (ISDB-Satellite).
- ISDB-C (ISDB-Cable).
- ISDB-T (ISDB-Terrestrial).

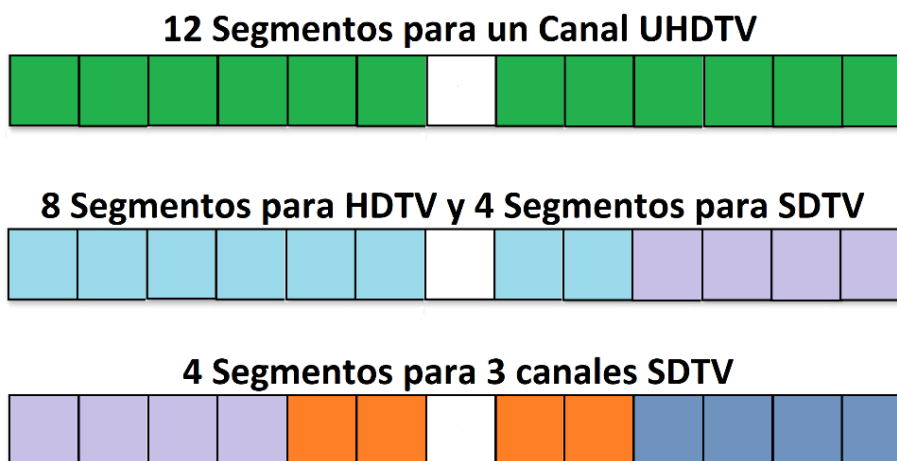
Se realizará el análisis del estándar ISDB-T para la difusión terrestre, el cual es promovido por el grupo japonés DiGEB (Digital Broadcasting Experts Group) conformado por empresas expertas que trabajan en el medio de la radiodifusión.

El estándar ha sido diseñado para transmitir audio, video y servicios multimedia sobre un canal de 6MHz, además permite el envío de datos por parte del usuario hacia Internet a través de un canal de retorno. Utiliza el códec de video MPEG-2 con velocidad de 15 fps y el códec de audio HE-AAC v.1 de baja complejidad; su modulación es OFDM de banda segmentada (BST-OFDM), la cual divide al canal en catorce segmentos de 428 KHz cada uno, de los cuales trece son ocupados para los servicios y el último se lo utiliza como bandas de guarda para evitar interferencias con otros canales, en la Figura 6 se puede observar su distribución.



*Figura 6.* Segmentación del canal ISDB

El transmisor puede escoger una combinación de los servicios, uno de los más importantes es el segmento central para la transmisión de dispositivos móviles. La Figura 7 muestra algunos ejemplos de cómo se pueden seleccionar los servicios, y hay q tener en cuenta que en todos los casos se puede usar el segmento central para la transmisión móvil.



*Figura 7.* Combinación de servicios en ISDB

### ***2.3.1.5 Estándar Brasileño, ISDB-Tb (Integrated Services Digital Broadcasting, Terrestrial Brazilian).***

El estándar ISDB-Tb es el Sistema Brasileño de Televisión Digital basado en el estándar japonés ISDB-T, fue certificado oficialmente en abril del 2009 por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y tiene la letra “b” para indicar que fue modificado en Brasil, también es conocido como ISDB-T Internacional. Es utilizado en Brasil, Perú, Venezuela, Chile, Argentina, Bolivia, Paraguay, Ecuador.

El ancho de banda y su modulación son iguales que en ISDB-T, por lo que también se tiene los trece segmentos para la implementación de servicios en un canal de 6MHz. Presenta una mejora considerable en la calidad de sus transmisiones para dispositivos fijos y móviles, ya que se utiliza el códec de video MPEG-4 (H.264) con velocidad de 30 fps y el códec de audio HE-AAC v.2 de baja complejidad. Además, proporciona robustez frente a las interferencias de multitrayecto.

### **2.3.2 Ventajas de la TDT.**

Con la transmisión de la señal en formato digital se podrá aprovechar de mejor manera el espectro radioeléctrico, y permitirá el uso de nuevas tecnologías para que las televisoras puedan ofrecer servicios adicionales a los televidentes. Entre las principales ventajas y beneficios que puede ofrecer la TDT se encuentran:

#### ***2.3.2.1 Calidad de imagen.***

La imagen tiene una mayor resolución que la analógica, permitiendo una imagen más nítida con formatos panorámico (16:9) y convencional (4:3).

La TDT ofrece tres tipos de resoluciones:

- Standard Definition Television (SDTV - 720 x 480 píxeles)
- High Definition Television (HDTV - 1280 x 720 píxeles) y
- Full High Definition Television (Full HDTV - 1920 x 1080 píxeles)

#### ***2.3.2.2 Calidad de sonido.***

Gracias al proceso de codificación, el audio ha sido mejorado y a diferencia de la TV analógica que tiene sonido estéreo<sup>6</sup>, la TDT permite el uso de la tecnología Dolby 5.1 con efectos envolvente, o incluso el sonido puede ser comparable con los formatos mp3, wma, aac. (Baños & Escudero, 2016)

#### ***2.3.2.3 Multiprogramación.***

La televisión analógica y digital transmiten los canales con un ancho de banda de 6 MHz. La diferencia está que en la televisión analógica cada frecuencia o canal corresponde a un único programa ya que no es posible realizar compresión de ancho de banda, así que no pueden manejar suficiente información. Por otro lado, la TDT permite incluir varios canales de programación y servicios multimedia en un mismo canal de transmisión como por ejemplo clases en vivo, deportes, información del clima, ventas por televisión, novelas, películas, entre otros, y esto es posible porque el consumo de espectro electromagnético es menor.

#### ***2.3.2.4 Interactividad.***

La TDT permite implementar aplicaciones interactivas en temas de salud, turismo, entretenimiento, previsión del tiempo, comprar productos o servicios, concursos o encuestas

durante los programas, etc., con lo que el televidente ya no es solamente un espectador, sino que toma un rol más activo y puede interactuar con la programación.

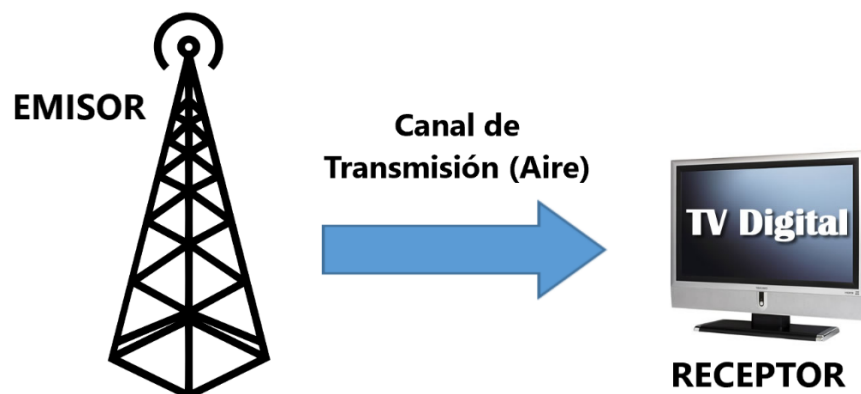
Las aplicaciones interactivas se las realizan a través de un software denominado middleware y cada estándar de TV Digital utiliza uno diferente. En el caso del estándar europeo DVB-T utiliza MHP (Multimedia Home Platform), basado en Java TV; el estándar americano ATSC utiliza DASE (Advanced Common Application Platform); el estándar japonés ISDB-T utiliza ARIB B.23 (Association of Radioindustries and Businesses); y el estándar ISDB-Tb utiliza GINGA, el cual fue desarrollado por los laboratorios Telemidia de la PUC-Rio y LAViD de la UFPB. (Granja, 2011)

La interactividad puede ser de dos tipos:

*Interactividad local.* En este tipo de interactividad las aplicaciones son transmitidas por broadcast y descargadas en el STB. El televidente puede acceder a la aplicación, pero no podrá enviar datos de retorno al servidor en donde se aloja la aplicación.

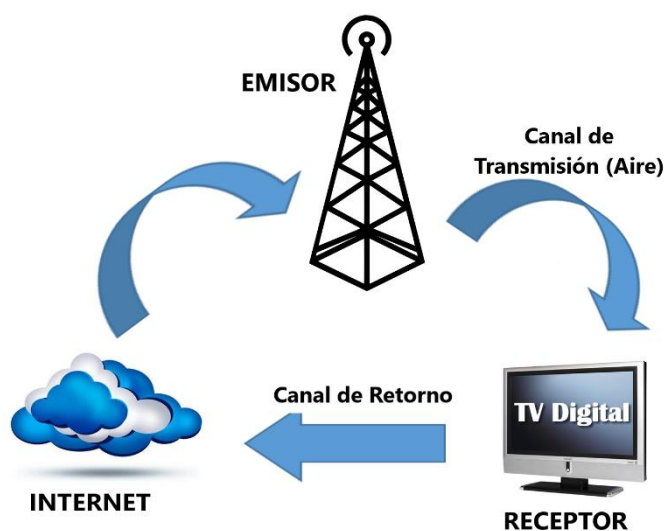
El escenario de interactividad local se muestra en la Figura 8, y algunos ejemplos de este tipo son la guía electrónica de programación (EPG), el teletexto digital (Closed Caption), servicios de información como noticias, tiempo, bolsa, tráfico, deportes, etc.





*Figura 8.* Interactividad Local

*Interactividad Remota.* En este tipo de interactividad, el televidente además de visualizar y navegar por el contenido de la aplicación, podrá enviar respuestas o comentarios a través de un canal de retorno que se conecta con el proveedor de servicios externo. Esto permitirá a los televidentes participar en votaciones o concursos, enviar mensajes, realizar solicitudes, encuestas, entre otros. En la Figura 9 se puede observar el escenario de interactividad remota con canal de retorno, el cual puede utilizar tecnologías como Dial-UP, ADSL, WiFi, WiMax, etc.



*Figura 9.* Interactividad Remota

### **2.3.2.5 Televisión móvil.**

Con la TDT se podrá recibir la señal de canales digitales de televisión abierta en equipos móviles como celulares o tablets cuando se encuentren en las áreas de cobertura, e incluso cuando estén en movimiento. Para recibir esta señal, el equipo móvil debe tener un sintonizador interno o un adaptador externo que cuente con el estándar ISDB-Tb.

La televisión móvil es posible gracias a One-Seg, un servicio de transmisión de audio y video digital para equipos móviles, que forma parte del estándar japonés brasileño ISDB-T Internacional, adoptado por Ecuador para la evolución a la televisión digital (MINTEL, TDT Ecuador, 2017).

La Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión de Televisión Digital Terrestre, publicada por (ARCOTEL, 2015) afirma en el artículo 12 lo siguiente:

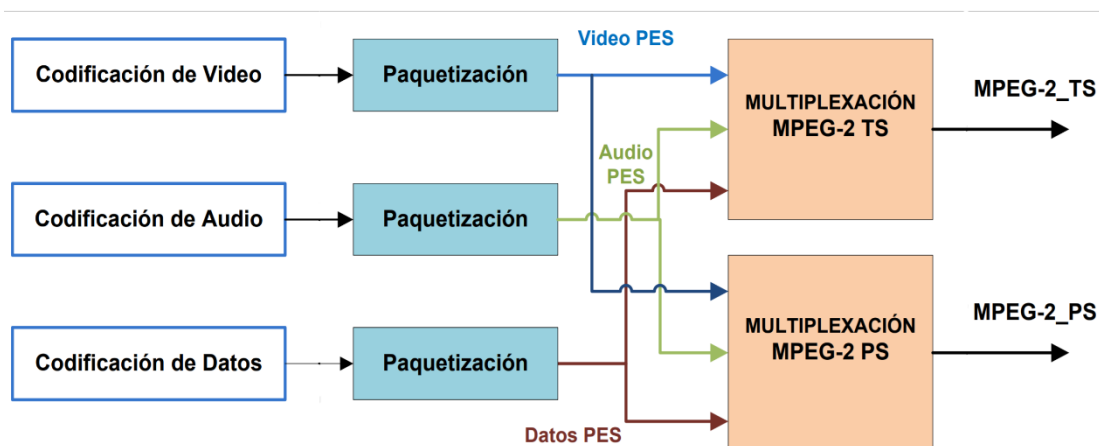
El servicio de televisión móvil (one-seg) será de transmisión obligatoria en todos los canales físicos concesionados para la operación de estaciones de televisión digital terrestre. La programación que transmita el concesionario del servicio de televisión móvil (one-seg) no podrá ser diferente de la que transmite en los formatos HD o SD, según sea el caso. (p.10)

### **2.3.3 Tecnología de multiplexación de la TDT.**

MPEG-2 es la tecnología utilizada por todos los estándares de TDT, para multiplexar todos los flujos individuales de audio, video y datos, los sincroniza para que puedan ser transmitidos y reproducidos; en este proceso se forma el programa.

Un programa es una señal audiovisual, la cual contiene un flujo de video, uno o más flujos de audio y otros que corresponden a flujos de datos. Para construir un programa y transmitirlo hay que asociar y sincronizar los diferentes flujos de video, audio y datos. Estos diferentes flujos son multiplexados en un paquete de flujo de transporte llamado Transport Stream (TS).

En la Figura 10 se observa el proceso de multiplexación, el cual consta de tres bloques, el primero corresponde a la codificación del audio, video y datos, en donde se generan los Elementary Stream (ES) de cada uno; el segundo bloque corresponde a la paquetización, en donde se generan los Packetized Elementary Stream (PES); y el tercero a la multiplexación de estos flujos; en este último bloque se presenta dos esquemas diferentes de multiplexación; Program Stream (PS) y Transport Stream (TS), los cuales son utilizados dependiendo su aplicación.



**Figura 10.** Proceso de Multiplexación de MPEG-2

Fuente: (Morales, 2013)

### **2.3.3.1 Program Stream (PS).**

Está diseñado para contenidos con un inicio y un final, tales como películas, videoclips, etc., los cuales se almacenan o transmiten en canales con mucha protección contra errores como discos duros, discos ópticos, memorias flash (Eslava, 2014).

### **2.3.3.2 Transport Stream (TS).**

Está diseñado para transportar señales audiovisuales en canales con alta probabilidad de error. Está orientado a flujos continuos en donde no se conoce con precisión el principio ni el final de la información audiovisual, como es el caso de la radiodifusión de televisión (Eslava, 2014).

*Elementary Stream (ES)*. Son los bloques de entrada, no contienen información de sincronización y se obtienen luego del proceso de codificación del audio, video y datos.

*Packetized Elementary Stream (PES)*. Mediante la paquetización cada uno de los ES se almacenan en paquetes pequeños PES de video, audio y datos; los cuales son paquetes de tamaño variable con una longitud máxima de 64 Kbytes y que posteriormente ingresan al proceso de multiplexación.

*Tablas PSI (Program Specific Information)*. Son tablas que se encargan de incluir la señalización para el flujo de transporte, y son usadas en el proceso de demultiplexación para que el decodificador localice la información correcta de cada programa (Muñoz J. , 2015).

*Tablas SI (Service Information)*. Funcionan como complemento de las tablas PSI, son tablas que indican las secuencias de los programas en un canal de transmisión e incluyen la información

para la generación de varios servicios dentro del Transport Stream (TS) como la Guía Electrónica de Programa (EPG), aplicaciones interactivas, entre otros servicios (Copara & León, 2015).

#### **2.3.4 Proceso de Transmisión en la TDT.**

En la Figura 11 se observa el proceso completo para la transmisión de programas en la TDT.

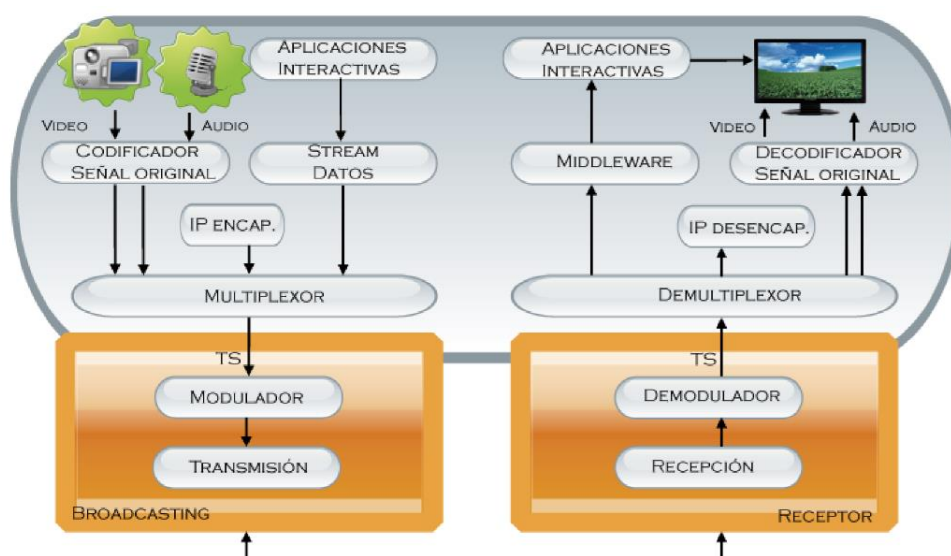
Se lo puede dividir en dos bloques:

##### ***2.3.4.1 Transmisión.***

Empieza con el proceso de codificación de los flujos de video, audio y datos, y depende de cada estándar el método a utilizarse; luego el multiplexor se encarga de recibir la información codificada y generar el TS; finalmente el TS generado se transmite a través de una técnica de modulación, utilizada para transportar la información sobre una onda portadora, dicha técnica de modulación depende de cada estándar.

##### ***2.3.4.2 Recepción.***

En el bloque de recepción se realiza los procesos contrarios; es decir, empieza por un demodulador, el cual sirve para eliminar la onda portadora de la señal modulada y obtener el TS. Luego, el demultiplexor se encarga de recuperar los flujos contenidos en el TS (video, audio, datos); y finalmente el decodificador se encarga de recibir esos flujos para ser mostrados en la televisión; es importante mencionar que el flujo de datos se procesa en el middleware para mostrar las aplicaciones interactivas.



**Figura 11.** Proceso de Transmisión de la TDT

Fuente: (Meza, Muñoz, & Silva, 2012)

## 2.4 La TDT en América Latina

En Latinoamérica, Brasil es el país pionero y el más avanzado en la TDT, fue el primero en iniciar transmisiones en la región y creó su propio estándar ISDB-Tb que es una adecuación del estándar japonés, y el cual lo seleccionaron la mayor parte de países de Latinoamérica como Venezuela, Perú, Argentina, Chile, Ecuador, Bolivia, Nicaragua, Uruguay, Guatemala, El Salvador, Costa Rica y Paraguay.

Por otra parte, Colombia y Panamá escogieron el estándar europeo DVB-T2; en México, Honduras, El Salvador, República Dominicana y Puerto Rico optaron por el estándar americano ATSC.

Luego de seleccionar el estándar, cada país debe comenzar las pruebas de transmisión y definir el plazo para el apagón analógico; sin embargo, algunos países de la región aún no han definido la fecha en el que terminarán sus transmisiones analógicas. Se ha vuelto un tema común en la región reprogramar esta fecha por diferentes circunstancias, y una solución planteada es realizarlo en diferentes etapas, las cuales principalmente consisten en dar tiempo a las televisoras de liberar el espectro, realizar pruebas, y sociabilizar los nuevos contenidos y servicios de la TDT con los usuarios.

México ha sido el único país en la región que realizó el apagón analógico el 31 de diciembre de 2015; y para el resto de países, (Contreras, 2019) ha realizado el estudio de sus situaciones actuales, las cuales se resumen en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Situación Actual de la TDT en Latinoamérica*

<b>País</b>	<b>Situación Actual de la TDT</b>
<b>Argentina</b>	El apagón analógico estaba previsto a iniciar en agosto de 2019, pero se aplazó hasta 2021 del mismo mes para que las televisoras logren liberar el espectro y acoger la nueva tecnología digital.
<b>Bolivia</b>	En principio se tenía planeado realizar el apagón analógico a finales de 2019 y realizarlo en fases hasta 2024; sin embargo, fue postergado y todavía no se ha fijado una nueva fecha.
<b>Brasil</b>	Brasilia y Sao Paulo han realizado su transición a la TDT, y se planea terminar en 2023 en todo el país. Según los estudios a finales de 2017, un 80% de los hogares ya tenían señal digital, y la banda de 700 MHz utilizada por la televisión abierta ha sido liberada en más de cuatro mil ciudades.
<b>Chile</b>	Tenía planificado el apagón analógico en 2020 pero lo aplazó para abril de 2024. Su gobierno estableció exigencias a las televisoras para que se informe cada año los avances alcanzados según un calendario o se les quitará la concesión.

**CONTINÚA**

<b>Colombia</b>	El apagón analógico estaba previsto para el 31 de diciembre de 2019 y su regulación está lista para la implementación de la TDT; sin embargo, la población desconoce su funcionamiento y sus ventajas. La nueva fecha está prevista para 2021.
<b>Costa Rica</b>	La primera etapa de la transición a la TDT empezó desde 2011 y se ha logrado una cobertura del 80%, la segunda etapa consiste en cubrir el 100% de la población y terminar en agosto de 2020.
<b>Ecuador</b>	La transición a la TDT se la realizará en fases desde mayo de 2020 a diciembre de 2023, las cuales consisten en tratar temas de regulación, ofrecer mayor cantidad de sintonizadores y promover sus contenidos y servicios.
<b>Guatemala</b>	Se espera que el apagón analógico culmine en 2022.
<b>Panamá</b>	No se ha definido una fecha para el apagón analógico.
<b>Paraguay</b>	Postergó el apagón analógico, tiene panificado empezar en diciembre de 2021 y hacerlo de manera escalonada para terminar en diciembre de 2024.
<b>Perú</b>	La fecha se encuentra prevista para 2020; aunque se considera que no está preparado técnicamente ya que se siguen vendiendo televisores sin el sintonizador digital.
<b>Venezuela</b>	La tecnología de la TDT se ha estado implementando desde hace seis años, pero se desconoce cuándo se realizará el apagón analógico y que su cobertura alcance el total de la población.

Fuente: (MINTEL, TDT Ecuador, 2017)

#### 2.4.1 La TDT en Ecuador.

El 25 de marzo de 2010 Ecuador adoptó el estándar ISDB-Tb para el desarrollo de la TDT y el 29 de julio de 2011 el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) delegó al Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) para que realice todo el proceso de transición a la TDT en el país (MINTEL, Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre, 2018).



El apagón analógico estaba previsto empezar su primera fase el 30 de junio de 2017, pero ese mismo mes se emitió un boletín de prensa del MINTEL manifestando que la transición a la TDT se postergará al menos un año.

A más de las ventajas descritas en la sección *Ventajas de la TDT*, el estándar adoptado en Ecuador permite la recepción de alertas de emergencia EWBS (Emergency Warning Broadcasting system - Sistema de Difusión de Avisos de Emergencia), el cual permite prevenir a la población sobre un desastre natural o la emisión de un mensaje de emergencia nacional. En Ecuador, la entidad gubernamental que se encuentra a cargo de la emisión de esta señal de emergencia es el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE).

Según (MINTEL, TDT Ecuador, 2017), en el país operan 577 estaciones de televisión, de las cuales 30 transmiten en señal digital con una concesión temporal para brindar servicio de TDT, en ciudades como: Quito, Guayaquil, Cuenca, Santo Domingo, Manta, Latacunga y Ambato.

En la Tabla 3 se observan los canales disponibles en formato digital en las diferentes ciudades, logrando una cobertura de alrededor del 54% de la población frente al 93% de cobertura que aún posee la señal analógica, como se puede observar en la Figura 12.

**Tabla 3**

*Ciudades con Cobertura TDT*

<b>Provincia</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Nombre de la Estación</b>	<b>Canal</b>	<b>Canal Digital</b>
<b>Azuay</b>	Cuenca	Ecuador TV	7	7.1
	Cueca	Telecuenca	2	2.1
<b>Cotopaxi</b>	Latacunga	Color TV	36	36.1

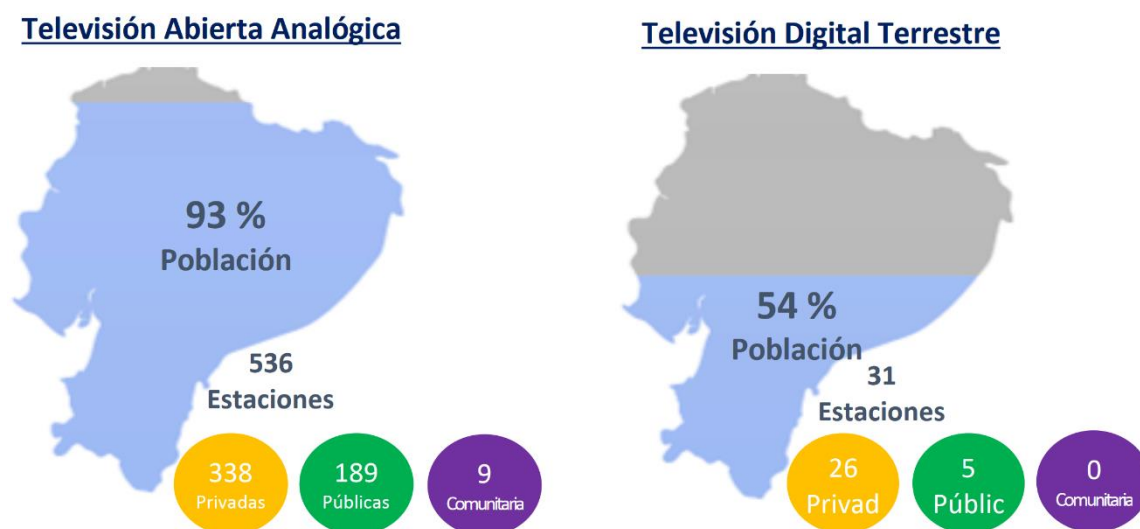
**CONTINÚA**

	Zumbahua	Ecuador TV	7	7.1
<b>Esmeraldas</b>	Esmeraldas	Telecosta	5	5.1
<b>Guayas</b>	Guayaquil	TC Televisión	10	10.1
	Guayaquil	Gama TV (Televisión del Pacífico)	8	8.1
	Guayaquil	Ecuavisa (Corporación Ecuatoriana de Televisión)	2	2.1
	Guayaquil	Ecuador TV	7	7.1
	Guayaquil	Oromar (Tevemas)	26	26.1
	Guayaquil	Canal Uno	12	12.1
	Guayaquil	Teleamazonas (Guayaquil TV Digital)	5	5.1
	Guayaquil	RTS (Red Telesistema)	4	4.1
	Guayaquil	Televisión Satelital	36	36.1
<b>Imbabura</b>	Ibarra, Atuntaqui	UTV La Televisión Universitaria	24	24.1
<b>Manabí</b>	Manta, Portoviejo	TV Manabita Canal 30	30	30.1
	Manta, Portoviejo	Oromar	41	41.1
<b>Pichincha</b>	Quito	TC Televisión	10	10.1
	Quito	Canal Uno	12	12.1
	Quito	Teleamazonas	4	4.1
	Quito	Gama TV (Televisión del Pacífico)	2	2.1
	Quito	Telesucesos	29	29.1
	Quito	Ecuador TV	7	7.1
	Quito	RTS (Telesistema)	5	5.1
	Quito	RTU (46 UHF ABC)	46	46.1
	Quito	Televisión Satelital	25	25.1
	Quito	Ecuavisa (Televisora Nacional)	8	8.1
	Santo Domingo	RTU (Teleatahualpa)	25	25.1

CONTINÚA

<b>Santo Domingo de los Tsáchilas</b>	Santo Domingo	Zaracay TV	5	5.1
<b>Tungurahua</b>	Ambato	Unimax	34	34.1

Fuente: (MINTEL, TDT Ecuador, 2017)



**Figura 12.** Porcentaje de Población con Cobertura de TV Abierta y Digital

Fuente: (MINTEL, Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre, 2018)

#### **2.4.1.1 Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre 2018-2021.**

El objetivo de este Plan Maestro es establecer las condiciones y requerimientos para el proceso de transición hacia la TDT que garantice a la población el derecho al acceso a la información sin importar su estatus social y su ubicación geográfica.

(MINTEL, Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre, 2018) menciona que la ejecución del Plan Maestro se desarrollará de acuerdo a tres estrategias:

*Estrategia 1. Fortalecer el entorno regulatorio y mejorar las condiciones que favorezcan el despliegue de infraestructura necesaria para brindar el servicio de televisión digital terrestre con calidad.* Con esta estrategia se busca promover el despliegue de cobertura en formato digital, y que toda la población se beneficie de las ventajas y beneficios de la TDT de manera gratuita.

*Estrategia 2. Fomentar mecanismos que permitan incrementar el acceso de los hogares preparados para la TDT e informar los beneficios inherentes al servicio.* Con esta estrategia se fomentará una mayor oferta de televisores y decodificadores, y se desarrollarán medidas para favorecer la adquisición de equipos receptores de TDT, además se elaborarán productos informativos y publicitarios para educar a la ciudadanía de las características y beneficios de esta nueva tecnología.

*Estrategia 3. Fomentar la implementación de nuevos servicios, soluciones propias del estándar ISDB-T y sus innovaciones tecnológicas.* Con esta estrategia se busca promover todas las ventajas que ofrece la TDT, y se pondrá énfasis en el desarrollo del sistema de mensajes de alerta temprana EWBS, por medio del que la población podrá recibir mensajes de emergencia en sus televisores.

El Plan Maestro también menciona que la evolución se efectuará de una manera planificada y acorde a las cuatro fases planteadas, las cuales son:

*Fase 1.* Se iniciará el cese de señales analógicas en mayo de 2020 en las estaciones de televisión que tengan cobertura de Quito y alrededor de sus cantones.

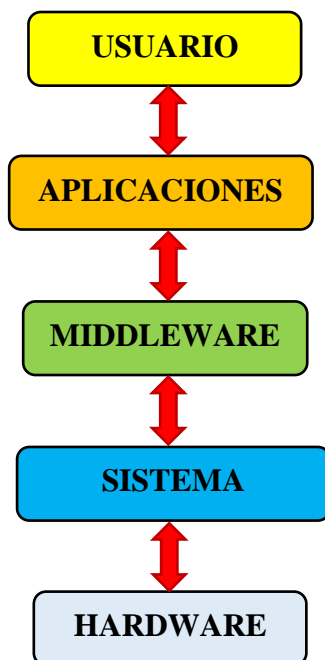
*Fase 2.* Se iniciará el cese de señales analógicas en julio de 2020 en las estaciones de televisión que tengan cobertura en Guayaquil y sus alrededores.

*Fase 3.* Se iniciará el cese de señales analógicas en junio de 2022 en las estaciones de televisión con cobertura en ciudades que tengan entre un millón y doscientos mil habitantes.

*Fase 4.* Se iniciará el cese de señales analógicas en diciembre de 2023 en aquellas estaciones de televisión con cobertura que incluya a poblaciones que tenga menos de 200 mil habitantes.

## 2.5 **Middleware GINGA**

El middleware es una capa que se sitúa entre el sistema operativo y las aplicaciones que se ejecutan sobre él como se observa en la Figura 13, además posee un conjunto de librerías, métodos y funciones para desarrollar aplicaciones interactivas para la TDT, se puede entender como un canal de comunicación entre el sistema operativo y las aplicaciones que permite el intercambio de información.



**Figura 13.** Interacción del Middleware

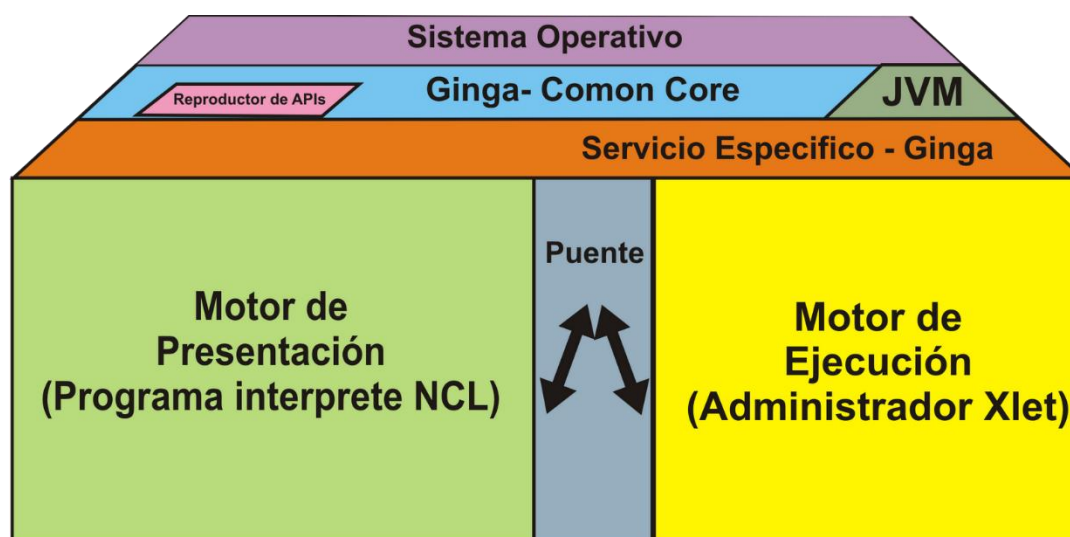
Todos los estándares de TDT utilizan un middleware diferente para el desarrollo de aplicaciones interactivas, en este caso se analizará el middleware Ginga del estándar ISDB-Tb, el cual ha sido desarrollado por los laboratorios Telemidia de la PUC-Rio y LAViD de la Universidad Federal de Paraíba UFPB.

Una característica importante del middleware Ginga es que permite presentar los contenidos en distintos receptores independientemente de la plataforma de hardware del fabricante y el tipo de receptor (Set Top Box). Ginga fue creado para compartir el conocimiento de forma libre, pensando en la inclusión social y digital, esto quiere decir que cualquier usuario puede desarrollar aplicaciones en Ginga ya que es de código abierto y libre de royalties, además que tiene una interfaz gráfica y permite conexión a Internet a través de su canal de retorno.

### 2.5.1 Arquitectura de Ginga.

Como se mencionó anteriormente, Ginga es una capa de software intermedio entre el Hardware/Sistema Operativo y las aplicaciones, posee tres módulos para el desarrollo de aplicaciones, los cuales son usados acorde a las necesidades de cada proyecto. Estos módulos son Ginga-CC (Common Core, Núcleo Común), Ginga-J (Java) y Ginga-NCL (Nested Context Language).

En la Figura 14 se observa su arquitectura, Ginga-NCL y Ginga-J son dos subsistemas lógicos de Ginga-CC, y el puente entre ellos significa que están relacionados entre sí con sus componentes más importantes.



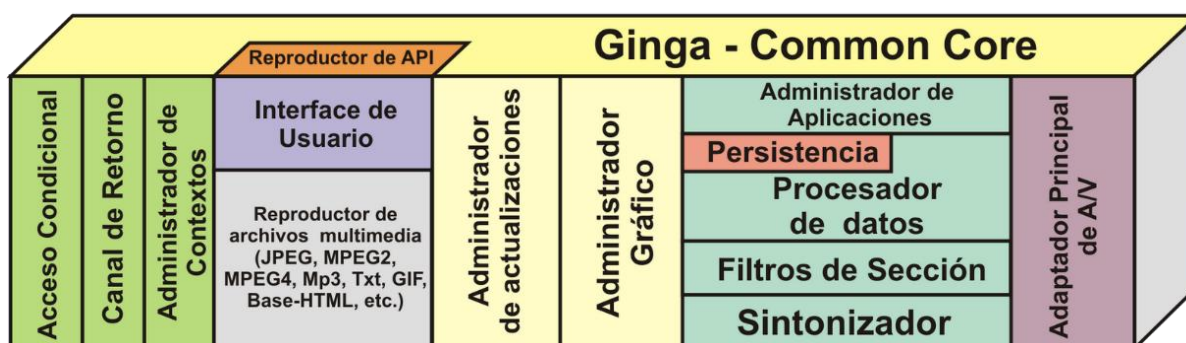
*Figura 14.* Arquitectura del Middleware Ginga

#### 2.5.1.1 Ginga-Common Core.

Tiene una interfaz directa con el sistema operativo (forma un puente con el hardware). Está conformado por decodificadores de contenido común por lo que soporta ambos ambientes de

aplicación; el ambiente declarativo (Ginga-NCL) con su motor de Presentación, y el ambiente procedural (Ginga-J) con su motor de Ejecución

Se encarga de la decodificación de contenidos comunes como PNG, JPEG, MPEG, entre otros, transportados en un flujo de transporte MPEG-2, además permite el acceso al canal de retorno y la interfaz de usuario. Los componentes de Ginga-CC se los puede observar en la Figura 15 y se describe el funcionamiento de los más importantes.



**Figura 15.** Componentes de Ginga Common Core

*Adaptador Principal de A/V.* Con este componente se logra que las aplicaciones puedan ver el flujo de audio y video, además controla las acciones dependiendo de lo que se transmite.

*Sintonizador.* Se encarga de sintonizar un canal físico y los flujos de transporte que son enviados por dicho canal.

*Filtros de Sección.* Luego de sintonizar el canal, el middleware necesita acceder a regiones específicas del flujo de transporte, es ahí que los filtros de sección permiten seleccionar únicamente la región que las API's necesitan para su ejecución.



*Procesador de Datos.* Permite acceder, procesar y transferir los datos recibidos por la capa física. Además, notifica a los otros componentes sobre cualquier evento que se ha recibido.

*Persistencia.* Permite al middleware guardar archivos luego de que haya finalizado el proceso, para que pueda ser utilizado en otro momento.

*Administrador de Aplicaciones.* Se encarga de administrar todas las aplicaciones ya sean declarativas o de procedimiento para que entren en funcionamiento, además controla el ciclo de vida de las aplicaciones y controla los recursos utilizados por las API's.

*Administrador Gráfico.* Se define la manera en que serán presentados al usuario los elementos multimedia (imágenes, videos, datos, etc.).

*Administrador de Actualizaciones.* Es el componente que se encarga de descargar e instalar actualizaciones del middleware cuando sea necesario sin afectar el uso normal de la televisión.

*Interface de Usuario.* Este componente recibe e interpreta las ordenes por parte del usuario enviados desde el control remoto y notifica a los demás componentes.

*Reproductor de Archivos Multimedia.* Permite la presentación de los distintos archivos multimedia recibidos como MPEG, JPEG, TXT, GIF, etc.

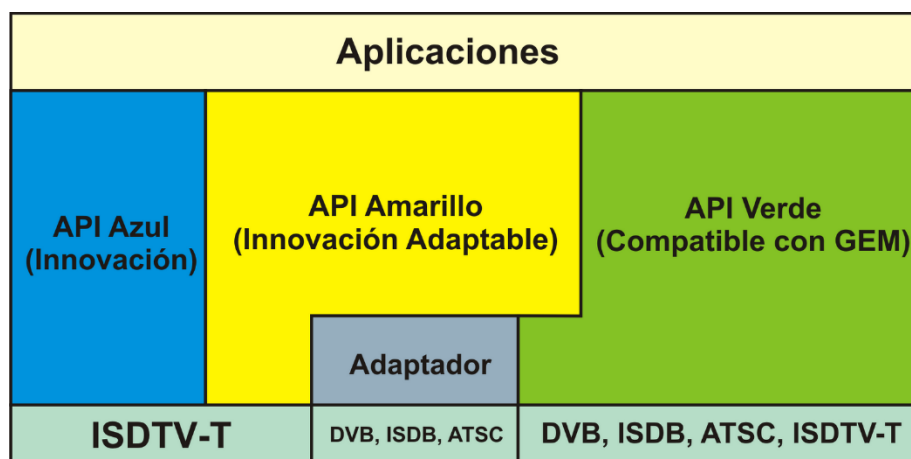
*Administrador de Contextos.* Se encarga de almacenar las preferencias del usuario, como el bloqueo de canales, el horario de encendido y apagado del televisor, etc.

*Acceso Condicional.* Se encarga de la seguridad del middleware ya que restringe contenidos inapropiados de los canales televisivos.

### 2.5.1.2 Ginga-J.

Permite la creación de aplicaciones procedurales, las cuales controlan los segmentos y la secuencia en las que se ejecuta un código; se basa en la programación orientada a objetos de Java y su componente principal es el motor de ejecución de contenido procedural representado por una máquina virtual de Java. Está conformado por tres grupos de API's (Application Programming Interface): Verde, Amarillo y Azul, divididos para tener compatibilidad con la norma brasileña y con la API del middleware GEM (Globally Executable MHP).

En la Figura 16 se puede observar que las API de color verde son compatibles con GEM, las API de color amarillo cumple con las especificaciones de la norma brasileña, mientras que las API de color azul son compatibles únicamente con Ginga.

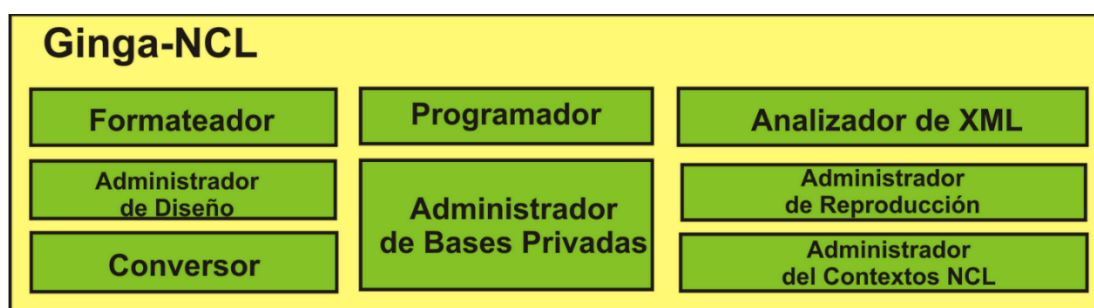


**Figura 16.** API's de Ginga-J

Fuente: (Torres, 2011)

### 2.5.1.3 Ginga-NCL.

Es un subsistema lógico de Ginga con un entorno de interpretación multimedia para aplicaciones declarativas escritas en lenguaje NCL, las cuales utilizan el código necesario para ofrecer una solución que se basa en la lógica y no en una secuencia de instrucciones, además también puede utilizar scripts en lenguaje Lua. Ginga-NCL también tiene componentes, los cuales se los puede observar en la Figura 17.



**Figura 17.** Componentes de Ginga-NCL

Fuente: (Torres, 2011)

*Formateador.* Es el motor de decodificación de contenido declarativo; es decir se encarga de recibir y controlar las aplicaciones escritas en NCL, las cuales son entregadas por Ginga-CC.

*Programador.* Se encarga de organizar la presentación del documento NCL; es decir, antes de iniciar los objetos media realiza un análisis de la programación para guiar su presentación. Ordena al Administrador de Reproducción para iniciar los objetos media en el momento correcto siguiendo las condiciones en la programación.

*Administrador de Reproducción.* Se encarga de revisar la conexión y muestra el contenido multimedia cuando el Programador lo ordena.

*Analizador de XML y Conversor.* Estos dos componentes son solicitados por el Formateador y se encargan de realizar la traducción de la aplicación NCL a la estructura interna de datos que Ginga-NCL maneja para controlar la aplicación.

*Administrador de Diseño.* Es el motor de presentación y se encarga de identificar todas las regiones definidas en una aplicación NCL.

*Administrador de Bases Privadas.* Recibe los comandos de edición de los documentos NCL y les da mantenimiento mediante tres subgrupos:

- Primer Grupo: Habilita o deshabilita una base privada; es decir, una aplicación NCL.
- Segundo Grupo: Inicia, pausa, detiene o remueve las aplicaciones NCL.
- Tercer Grupo: Actualiza aplicaciones en tiempo real, permite que se asignen valores a las propiedades de los objetos media.

*Administrador de Contextos NCL.* Es el componente que soporta el contenido y la presentación de una aplicación interactiva.

## 2.6 Lenguaje NCL

El lenguaje declarativo NCL es una aplicación XML (eXtensible Markup Language) con facilidades para los aspectos de interactividad, sincronismo, espacio temporal entre objetos de mídia, adaptabilidad, soporte a múltiples dispositivos y soporte a la producción de programas interactivos en vivo (Torres, 2011).

Para el desarrollo de aplicaciones interactivas escritas en NCL, la PUC-Rio desarrolló la herramienta Composer, la cual permite una programación de forma gráfica haciéndola más sencilla y amigable para el usuario; sin embargo, esta herramienta es limitada al momento de desarrollar aplicaciones más complejas y con funciones más avanzadas y en ese caso se necesita utilizar el software Eclipse, el cual necesitará un plugin adicional para interpretar el lenguaje NCL.

El documento NCL presenta dos secciones: la cabecera que contiene el elemento <head> y el cuerpo que contiene el elemento <body>, las cuales se pueden observar en la Figura 18.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!-- Generated by NCL Eclipse -->
<ncl id="main" xmlns="http://www.ncl.org.br/NCL3.0/EDTVProfile">
  <head>

  </head>

  <body>

  </body>
</ncl>
```

**Figura 18.** Secciones del documento NCL

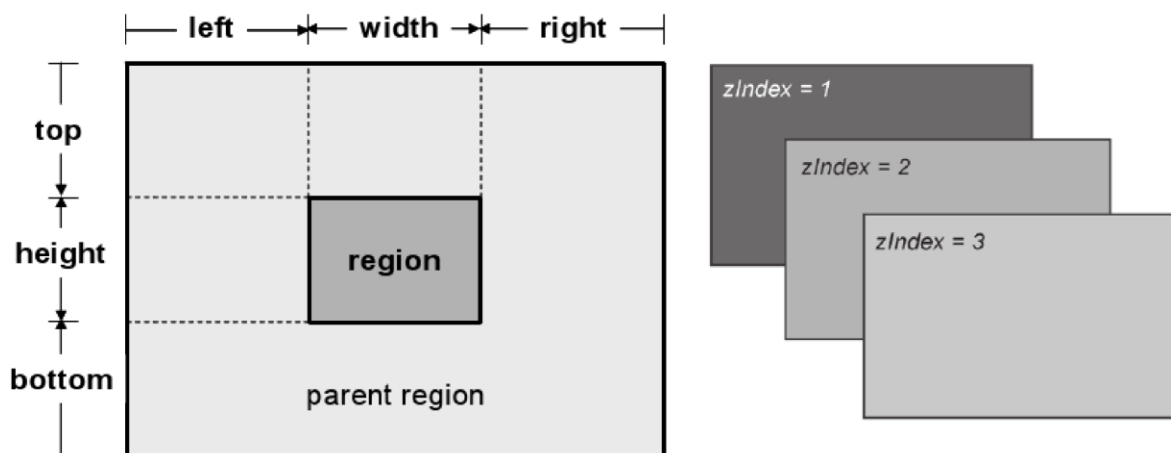
### 2.6.1 Cabecera (<head>).

La cabecera está conformada por bases, las cuales definen el lugar en dónde se mostrarán los elementos, cómo se van a mostrar y cuándo lo harán.

#### 2.6.1.1 <regionBase>.

Esta base se encarga de dimensionar y posicionar las regiones de la pantalla en donde se mostrarán los archivos multimedia, las cuales se observan en la Figura 19. Las regiones se encuentran dentro del elemento <region>, se debe colocar un identificador (id) y las dimensiones

como alto, ancho y distancia desde los bordes, los cuales pueden ser calculados en porcentaje o en pixeles, como se muestra en la Figura 20, además se puede colocar el atributo `zIndex` para sobreponer elementos en caso de requerirlo.



**Figura 19.** Base de Regiones y Posicionamiento para NCL

Fuente: (Meza, Muñoz, & Silva, 2012)

```
<regionBase>
  <region id="rvideo" height="100%" width="100%" zIndex="1"/>
  <region id="rpronostico" left="0px" bottom="0px" height="30px" width="100px" zIndex="2"/>
  <region id="rdias" right="0%" bottom="0%" height="100%" width="22%" zIndex="2"/>
  <region id="rclima" right="0px" bottom="0px" height="100px" width="22px" zIndex="2"/>
  <region id="rderecha" right="12%" top="84.5%" height="9%" width="9%" zIndex="3"/>
  <region id="rizquierda" right="12px" top="84px" height="9px" width="9px" zIndex="3"/>
  <region id="rsalir" right="3%" top="87%" height="7%" width="6%" zIndex="3"/>
</regionBase>
```

**Figura 20.** Regiones y Posicionamiento del Documento NCL

### 2.6.1.2 <descriptorBase>.

Esta base se encarga de definir las propiedades de los elementos; es decir cómo serán mostrados, se encuentran dentro del elemento <descriptor> y de igual forma tiene un identificador (id) y se le asocia a una región definida anteriormente en <regionBase>, como indica la Figura 21.

Las propiedades de los elementos pueden definir el nivel de volumen, transiciones, transparencias, tiempo de duración, entre otros y se los configura con los siguientes atributos: player, freeze, explicitDur, focusIndex, moveLeft, moveRight, moveUp, moveDown, focusBorderColor, focusBorderWidth, focusBorderTransparency, focusSrc, focusSelSrc, selBorderColor, descriptorParam.

```
<descriptorBase>
  <descriptor id="dvideo" region="rvideo"/>
  <descriptor id="dpronostico" region="rpronostico"/>
  <descriptor id="ddias" region="rdias"/>
  <descriptor id="dclima" region="rclima"/>
  <descriptor id="dderecha" region="rderecha"/>
  <descriptor id="dizquierda" region="rizquierda"/>
  <descriptor id="dsalir" region="rsalir"/>
</descriptorBase>
```

**Figura 21.** Descriptores del Documento NCL

### 2.6.1.3 <connectorBase>.

Es la base encargada de definir cuándo se mostrarán los elementos dependiendo de los eventos seleccionados. Contiene el elemento <importBase>, el cual importa un archivo que contiene la base de conectores, como indica la Figura 22. Dentro de ese archivo, cada conector se encuentra dentro del elemento <causalConector> y establecen condiciones tales como iniciar, pausar, detener, entre otros, los cuales serán activados con el control remoto. En la Figura 23 se observa un ejemplo del conector que inicia y detiene ciertos elementos cuando se presiona algún botón del control remoto.

```
<connectorBase>
  <importBase documentURI="ConnectorBase.ncl" alias="conectores"/>
</connectorBase>
```

**Figura 22.** Importar Conectores al Documento NCL

```

<causalConnector id="onKeySelectionStartNStopN">
  <connectorParam name="keyCode"/>
  <simpleCondition role="onSelection" key="$keyCode"/>
  <compoundAction operator="seq">
    <simpleAction role="start" max="unbounded" qualifier="par"/>
    <simpleAction role="stop" max="unbounded" qualifier="par"/>
  </compoundAction>
</causalConnector>

```

**Figura 23.** Ejemplo de Conector

## 2.6.2 Cuerpo (<body>).

En el cuerpo del documento NCL se definen los contenidos que serán mostrados y está formado por tres elementos: puerto, media, enlaces.

### 2.6.2.1 Puertos <port>.

Este elemento apunta a un objeto media e indica que se iniciarán al mismo tiempo que la aplicación lo hace, como se indica en la Figura 24.

```

<port id="pvideo" component="video"/>
<port id="projo" component="rojo"/>

```

**Figura 24.** Puertos de Entrada del Documento NCL

### 2.6.2.2 <media>.

Dentro de este elemento se definen todos los contenidos de tipo multimedial que serán parte de la aplicación, estos pueden ser videos, imágenes, audios u otros medios soportados por Ginga, además aquí también se pueden declarar archivos html y scripts lua. Debe contener un identificador, la ruta en donde se encuentra el archivo y debe estar asociado a un descriptor, como indica la Figura 25.



```

<media id="video" src="media/video.mp4" descriptor="dvideo"/>
<media id="pronostico" src="media/pronostico.png" descriptor="dpronostico"/>
<media id="dias" src="media/dias.png" descriptor="ddias"/>
<media id="clima" src="media/clima.png" descriptor="dclima"/>
<media id="derecha" src="media/derecha.png" descriptor="dderecha"/>
<media id="izquierda" src="media/izquierda.png" descriptor="dizquierda"/>
<media id="salir" src="media/salir.png" descriptor="dsalir"/>

```

**Figura 25.** Elementos media del Documento NCL

### 2.6.2.3 Enlaces <link>.

Este elemento permite que la aplicación tenga interactividad, es aquí en donde se declaran los conectores definidos anteriormente para crear condiciones. En la Figura 26 se observa un ejemplo en el que se inicia y detiene ciertos elementos cuando se presiona el botón rojo del control remoto.

```

<link xconnector="conectores#onKeySelectionStartNStopN">
  <bind role="onSelection" component="video">
    <bindParam name="keyCode" value="RED"/>
  </bind>
  <bind role="start" component="clima"/>
  <bind role="start" component="derecha"/>
  <bind role="stop" component="salir"/>
  <bind role="stop" component="video"/>
</link>

```

**Figura 26.** Link del documento NCL

## 2.7 Lenguaje Lua

Lua es un lenguaje de programación imperativo y se caracteriza por ser eficiente, rápido y liviano, con grandes funcionalidades para desarrollar programas, lo que le ha llevado a ser uno de los más utilizados en el mundo para la creación de softwares profesionales e incursionar en la industria de los videojuegos. Su nombre en portugués significa Luna y por tal razón su ícono se lo representa con la Tierra y la luna.



**Figura 27.** Ícono del Lenguaje Lua

Lua extiende la funcionalidad de NCL, ya que permite el desarrollo de aplicaciones más avanzadas, tales como operaciones matemáticas, manipulación de texto, animaciones, el uso del canal de interactividad o de retorno, entre otras funciones; sin embargo, este lenguaje es más complejo que NCL. Al igual que en cualquier lenguaje de programación, existen palabras reservadas que sirven para declarar variables, bloques, sentencias condicionales, bucles, funciones, operadores aritméticos, de comparación y lógicos, los cuales se pueden observar en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Palabras Reservadas en Lua*

<b>Palabras Reservadas en Lua</b>		
and	break	do
else	elseif	end
false	for	function
if	in	local
nil	not	or
repeat	return	then
true	until	while

Para integrar Lua con NCL se crean scripts llamados NCLua, los cuales son insertados dentro de los elementos media definidos en el cuerpo del documento NCL. Los scripts ofrecen herramientas para la interacción de eventos causa-efecto a través del módulo event, y para la configuración de pantalla a través del módulo canvas (Guzmán, 2018).

## **2.7.1 Módulos de NCLua.**

### **2.7.1.1 Módulo NCLEdit.**

Permite que los scripts Lua manipulen los objetos declarativos de documentos NCL.

### **2.7.1.2 Módulo Canvas.**

Permite crear gráficos e imágenes a través de una API que puede ser utilizada por NCLua durante la presentación de una aplicación. Las funciones más utilizadas son:

*Canvas: attrSize (width, height).* Define las dimensiones de alto y ancho de una región.

*Canvas: attrFont (face, size, style).* Define el nombre, tamaño y estilo de la fuente.

*Canvas: attrColor (R, G, B, A).* Define el color utilizado en el canvas siguiendo el formato RGBA (rojo, verde, azul y alfa para la opacidad).

*Canvas: drawRect (mode, x, y, width, height).* Permite dibujar un rectángulo sobre una región, definiendo sus dimensiones en una posición indicada.

*Canvas: drawText (x, y, text).* Permite escribir un texto en la posición indicada (x, y).

*Canvas: flush ().* Actualiza todo el contenido de la pantalla.

*Canvas: drawLine* ( $x1$ ,  $y1$ ,  $x2$ ,  $y2$ ). Permite dibujar una línea en la posición indicada, definiendo el extremo inicial ( $x1$ ,  $y1$ ) y el extremo final ( $x2$ ,  $y2$ ).

### ***2.7.1.3 Modulo Settings.***

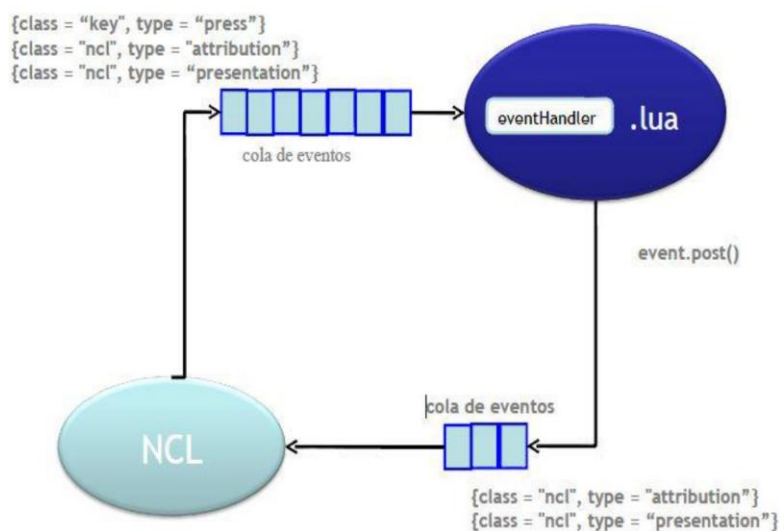
Permite exportar y acceder a las variables creadas en el documento NCL en variables reservadas.

### ***2.7.1.4 Módulo Persistent.***

Exporta una tabla con variables persistentes entre ejecuciones de los objetos imperativos.

### ***2.7.1.5 Módulo Event.***

Permite que NCLua se comunique con NCL a través de la programación orientada a eventos cuyo diagrama se observa en la Figura 28, la cual es realizada por entidades externas, por ejemplo, los eventos del control remoto y el canal de retorno. Para lograr esta comunicación, la entidad externa debe insertar un evento en la cola y luego es redireccionado a las funciones tratadoras de eventos, las cuales fueron definidas en los scripts y tratan a los eventos uno por uno (Inca & Sánchez, 2016).

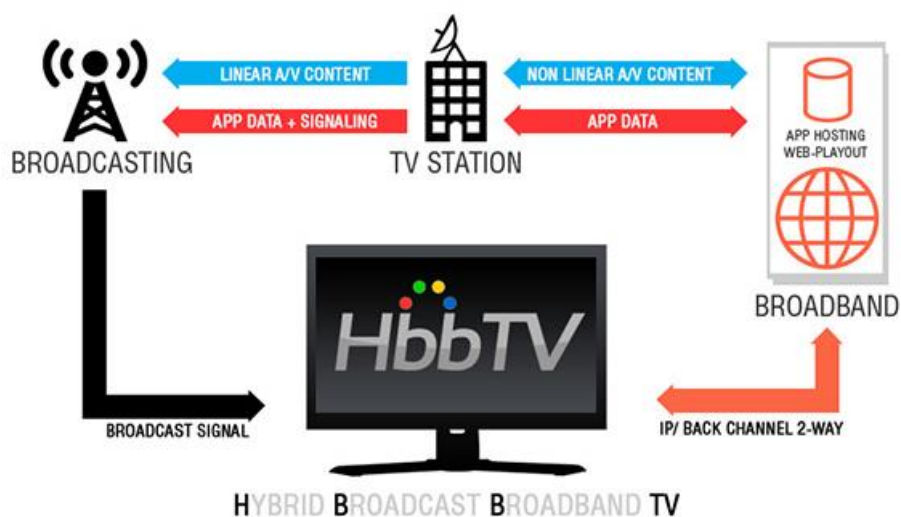


**Figura 28.** Programación Orientada a Eventos

Fuente: (Inca & Sánchez, 2016)

## 2.8 Hybrid Broadcast Broadband TV (HbbTV)

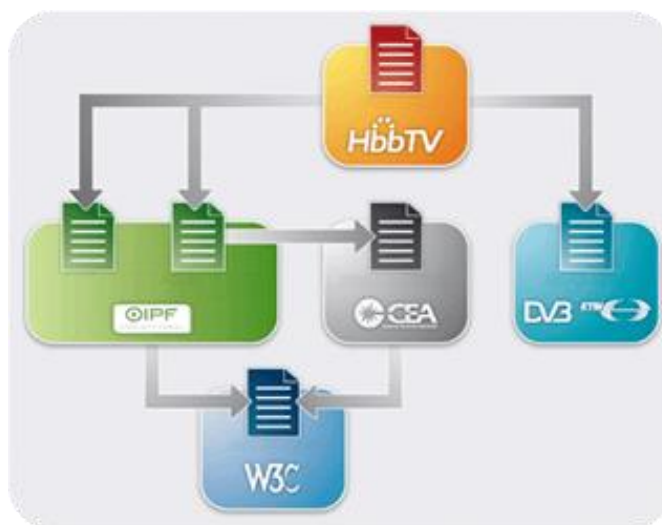
HbbTV es un proyecto paneuropeo de televisión híbrida que combina las transmisiones de televisión digital por satélite, cable o terrestre con los servicios de banda ancha (Internet); es decir, combina broadcast y broadband, por lo que permite una comunicación bidireccional con el contenido web. En la Figura 29 se muestra el diagrama de funcionamiento de la televisión híbrida.



*Figura 29.* Televisión Híbrida

HbbTV es un estándar que brinda todas las características para ofrecer servicios de Internet y radiodifusión. Tiene como objetivo de que todos los televisores y decodificadores puedan conectarse de forma interactiva a Internet. La versión v1.1.1 fue aprobada en 2010 por la ETSI como ETSI TS 102 796, y en 2012 se publicó la nueva versión 1.5 la cual complementa la anterior y contiene nuevas especificaciones.

La especificación HbbTV utiliza elementos de otros estándares y tecnologías web existentes, incluidos OIPF (Open IPTV Forum), CEA-2014 (CE-HTML), DVB, MPEG-DASH y W3C (HTML, CSS). La Figura 30 muestra un diagrama de bloques con la relación entre HbbTV y los estándares y tecnologías existentes.



**Figura 30.** Especificación HbbTV

Fuente: (Hybrid broadcast broadband TV, 2019)

(Villamarín, 2014) menciona las tareas que realiza cada bloque para el funcionamiento de la televisión híbrida, las cuales se resumen en la Tabla 5:

**Tabla 5**

*Funciones de los Bloques de la Especificación HbbTV*

OIPF	CEA	DVB	W3C
<p>APIs de Javascript para entornos de televisión.</p> <p>Formatos de audio y video.</p> <p>Modifica el CE-HTML, lenguaje para la creación de páginas de interfaz de usuario en dispositivos como los televisores.</p>	<p>APIs de Javascript para servicios bajo demanda.</p> <p>Conjunto de especificaciones y formatos de imagen de W3C.</p> <p>Soporte para el control remoto de redes UPnP e Internet.</p>	<p>Transporte de señalización y aplicaciones vía DVB.</p>	<p>Recomendaciones para World Wide Web.</p> <p>XHTML</p> <p>Hojas de estilo CSS 2.1, CSS-TV</p> <p>ECMA Script.</p> <p>Peticiones HTTP y HTTPS con XMLHttpRequest.</p>

### **2.8.1 Consorcio HbbTV.**

Es una iniciativa paneuropea inaugurada en 2009 impulsada por la Unión Europea de Radiodifusión (UER) y establece el estándar para la entrega de televisión digital (cable, satélite, terrestre) y banda ancha a través de una única interfaz de usuario, además ofrece una plataforma abierta como una alternativa a las tecnologías propietarias y privadas, y con esto los radiodifusores pueden ofrecer sus servicios de valor añadido como Video bajo Demanda (VoD) y publicidad interactiva y personalizada a los televidentes. La televisión francesa mostró por primera vez HbbTV al público, en el evento deportivo Roland Garros de 2009.

Los fundadores del consorcio HbbTV está formado por radiodifusores y empresas de la comunidad europea, con el objetivo de que los radiodifusores ofrezcan servicios y los transmita a los televidentes. La dirección del consorcio está compuesta por ANT Software Limited, la Unión Europea de Radiodifusión, Televisiones de Francia, Institut für Rundfunktechnik GmbH, OpenTV Inc, Koninklijke Philips Electronics NV Inc., Samsung, SES ASTRA S.A., Sony Corporation, Televisión Francesa - TF1. (Secretaría de Estado para el Avance Digital, 2012)

En mayo 2011 se permitió la entrada de nuevos miembros para extender la introducción de HbbTV en el mercado y para su desarrollo continuo, actualmente son más de 60 miembros, los cuales se los puede observar en la Tabla 6.



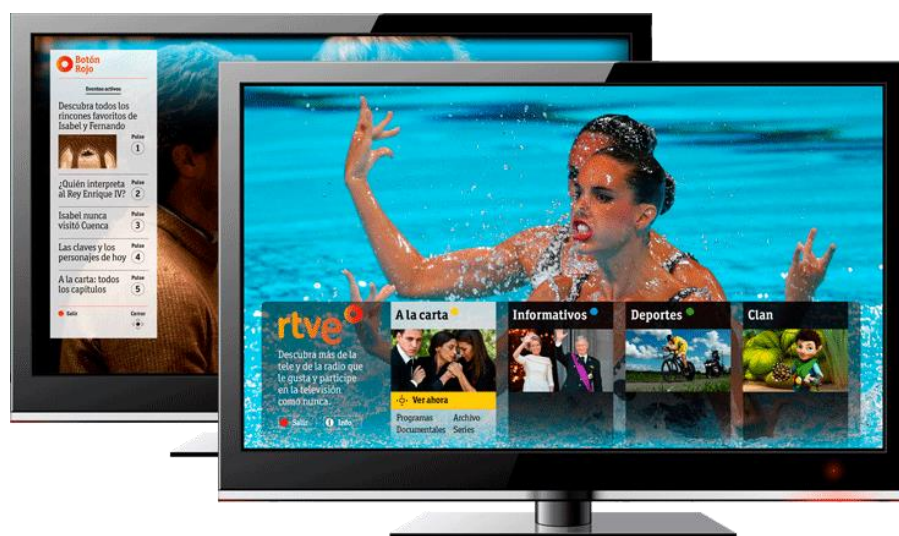
**Tabla 6***Miembros del Consorcio HbbTV*

<b>CONSORCIO HBBTV</b>		
Abertis Telecom	ACCESS	Adobe
ALi Corporation	ANT	Arqiva
SES ASTRA	Arçelik	Broadcom Corporation
Changhong	AwoX	Digital TV Labs
Dolby Laboratories	Digisoft.tv Ltd	The Digital TV Group (DTG)
DTS, Inc.	The European Broadcasting Union	Eutelsat
FRANCE 24	Fraunhofer Institute for Open Communication Systems (FOKUS)	The Fraunhofer IIS Audio and Multimedia division
France Télévisions	Freeview	High tech tv (httvtv)
HyperPanel Lab	INFONOVA GmbH - A BearingPoint Company	Intertrust invents
The Institut für Rundfunktechnik	Irdeto	iWedia S.A.
KAONMEDIA	LG Electronics, Inc.	Loewe premium brand
Marusys	MIT-xperts	nacamar
NAGRA, a Kudelski Group company	NDS Group Ltd	Opera Software's
Optiva Media	Royal Philips Electronics	RTL Group
SmarDTV	SMiT	Sofia Digital
Sony Corporation	SRG SSR	STMicroelectronics
Strategy & Technology (S&T)	Stofa	TARA Systems
TDF	Technicolor	Testronic Labs
T-Systems	Telecom Technology Center	Televisió de Catalunya (TVC)
Viaccess	TNO mission	Vestel

## 2.8.2 Aplicaciones HbbTV.

Actualmente la recepción de televisión digital y aplicaciones interactivas con el estándar HbbTV está bastante desarrollada en Europa. Gracias a este estándar, las estaciones de televisión pueden generar un hipervínculo, el cual se activa pulsando un botón del control remoto y direcciona al usuario a la oferta de contenidos online, por ejemplo, servicios de vídeo bajo demanda (VOD), juegos o aplicaciones interactivas como el llamado “botón rojo”, que permite la interactividad con el mando a distancia para ampliar información sobre un tema determinado, votaciones u otras participaciones (Villamarín, 2014).

Una de las aplicaciones HbbTV más famosa de España es la aplicación “Botón Rojo” de la Red de Televisión Española (RTVE), presentada en 2013, la cual ofrece a sus usuarios los servicios de televisión a la carta en donde se encuentra toda su programación. En la Figura 31 se observa la interfaz de usuario de RTVE con su programación disponible.



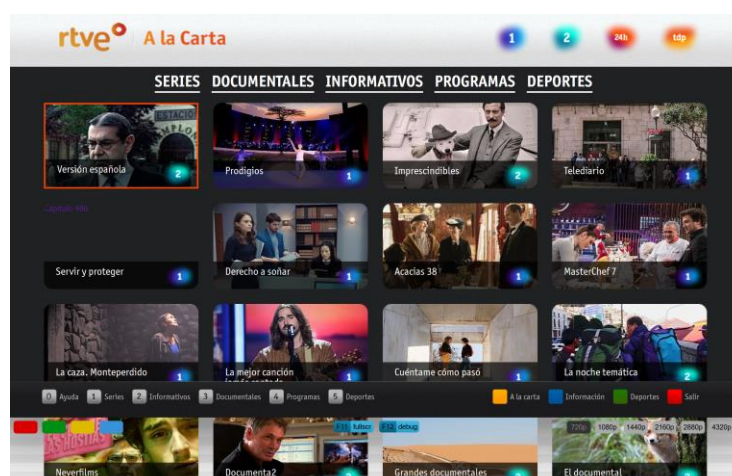
**Figura 31.** Aplicación Botón Rojo de RTVE

Fuente: (rtve.es, 2019)

Digital TV Labs es una de las entidades que se encarga de probar las aplicaciones HbbTV y sus servicios, se trata de un laboratorio que ofrece una aplicación HbbTV para realizar pruebas destinada a los desarrolladores, para verificar la compatibilidad entre una amplia gama de receptores HbbTV en el mercado. Dichas pruebas pretenden además asegurar la Calidad de Experiencia (QoE) ofrecida a los usuarios (Villamarín, 2014).

### 2.8.3 Emuladores HbbTV.

Cuando se desarrolla una aplicación interactiva para HbbTV se necesita comprobar su funcionamiento mediante un emulador. Firefox ofrece una extensión para los desarrolladores de aplicaciones llamado HybridTvViewer, el cual ofrece los botones del control remoto en la pantalla, cambiar la resolución de la pantalla y proporciona una pestaña en el inspector web para desarrolladores. En la Figura 32 Se puede observar su funcionamiento con la aplicación rtve A la Carta, la cual ofrece la recuperación de programas de televisión Vídeo bajo demanda (VoD). Esta extensión reemplaza al desaparecido FireHbbTV.



**Figura 32.** Aplicación rtve A la Carta en HybridTvViewer

## CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

### 3.1 Web Scraping de Datos

Para el desarrollo del sistema de monitoreo ambiental se necesita empezar con la extracción de la información necesaria desde una página web, para lo cual se utiliza la técnica denominada Web Scraping y que será la base principal para la realización de este proyecto tanto para la plataforma Ginga como para HbbTV.

En la Figura 33 se observa la página web del INAMHI <http://186.42.174.236/IndiceUV2/>, la cual contiene el índice de radiación UV que se actualiza cada diez minutos hasta las 18:40 p.m. cuando su nivel llega a cero; además muestra otra información como las categorías de exposición, las recomendaciones necesarias, el histograma durante el día, y el histórico de toda la semana con intervalos de una hora.

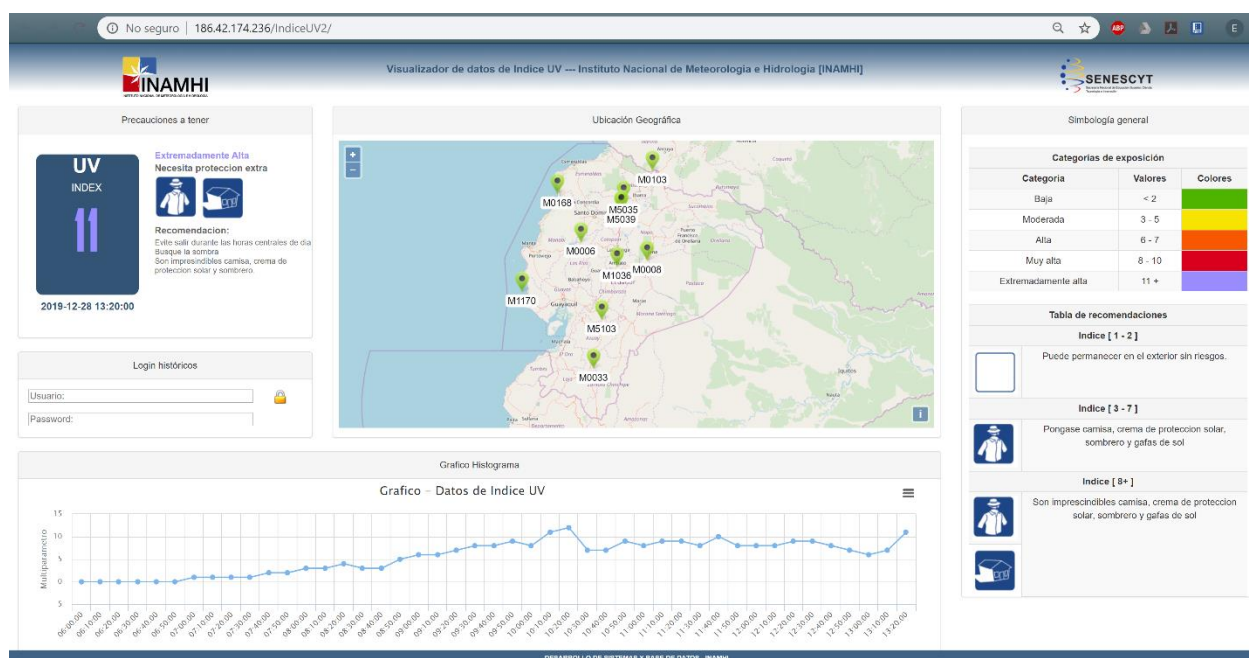


Figura 33. Página web del INAMHI

El Web Scraping empieza con el análisis HTML a la página web con la herramienta de desarrollador del navegador Chrome, y posteriormente se realiza un script escrito en PHP. Como se puede observar en la Figura 34, el script comienza con el comando `file_get_contents()`, con el que se obtiene el html devuelto desde la url del sitio web que se desea extraer información. Luego, se declara un nuevo Modelo de Objeto de Documento (DOM) que se usa para convertir la cadena html devuelta en un DOM real que se pueda manipular. Lo siguiente que se realiza es deshabilitar los errores de `libxml` para que no se muestren en pantalla, sino que se almacenen en el buffer.

```
$html = file_get_contents('http://186.42.174.236/IndiceUV2/'); //pagina indice UV INAMHI
$indiceUV_doc = new DOMDocument();
libxml_use_internal_errors(TRUE); //deshabilitar errores libxml
```

**Figura 34.** Conversión de la Página Web a DOM

Posterior a esto, se declara `if(!empty($html))` para comprobar si algún html es realmente devuelto y dentro de esta sección se escribe el resto del código empezando con la función `loadHTML()` de la nueva instancia `DOMDocument` que se creó previamente y sirve para cargar el html que se devolvió. Ahora se borran los errores si existen y a continuación se declara una nueva instancia `DOMXPath` que permite realizar consultas con el documento DOM creado anteriormente. Esta sección del código se la puede observar en la Figura 35.

```
if(!empty($html)){ // si algun html es realmente devuelto

    $indiceUV_doc->loadHTML($html);
    libxml_clear_errors(); //remove errors for yucky html

    $indice_xpath = new DOMXPath($indiceUV_doc);
```

**Figura 35.** Cargar html para la Extracción de Datos

Con la ayuda de la herramienta de desarrollador de Chrome se identifica la etiqueta HTML en donde se encuentra la información necesaria; por ejemplo, como se observa en la Figura 36, el valor del índice de radiación UV se encuentra dentro de la etiqueta `<style>`, al igual que la fecha, hora y las recomendaciones.

The image shows a web page from INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) and SENESCYT (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) displaying UV Index information. The page content includes:

- Logo of INAMHI and SENESCYT.
- Text: "Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología".
- UV Index: "UV INDEX" with a value of "11".
- Text: "Extremadamente Alta Necesita protección extra".
- Icons: A person wearing a hat and a house with a sun icon.
- Text: "Recomendacion: Evite salir durante las horas centrales de día. Busque la sombra. Son imprescindibles camisa, crema de protección solar y sombrero."
- Date and Time: "2019-12-28 13:20:00".

On the right, the Chrome DevTools developer tool is open, showing the HTML structure. The following code is highlighted in red:

```

<div style="position: absolute; top: 30%; height: 65%; width: 98%; left: 0%; font-family: Agency FB, Helvetica, sans-serif; font-size: 85px; color: #998cff; font-weight: bold; border:#FF9900 1px none;">
  11
</div>
<div style="position:absolute; top: 83%; width: 35%; left: 5%; height: 10%; font-family: Arial, Helvetica, sans-serif; font-size: 15px; color: #335475; font-weight: bold; border:#FF9900 1px none;">2019-12-28 13:20:00
</div>

```

The Styles pane shows the following styles for the selected element:

```

element.style {
  position: absolute;
  top: 30%;
  height: 65%;
  width: 98%;
  left: 0%;
  font-family: Agency FB, Helvetica, sans-serif;
  font-size: 85px;
  color: #998cff;
  font-weight: bold;
  border: #FF9900 1px none;
}

```

The DOM Breakpoints pane shows the following styles for the selected element:

```

div {
  user-agent stylesheet
  display: block;
}

```

**Figura 36.** Análisis con la Herramienta de Desarrollador de Chrome

Una vez identificadas todas las etiquetas con la información específica se realiza la consulta con el comando `query('//div[@style]')`, que en este caso devolverá todos los elementos que se encuentren dentro de la etiqueta `<style>`; y debido a que existen etiquetas iguales con información diferente se crea una matriz de datos que utiliza índices numerados, con lo que se puede acceder únicamente a los elementos específicos. A cada elemento de la matriz se le debe asignar el atributo `nodeValue` que contiene el texto dentro de la etiqueta seleccionada.

```

//conseguir todos los div que tengan style
$indice_row = $indice_xpath->query('//div[@style]');

$indice = $indice_row[3]->nodeValue; // VALOR INDICE

$indice_nivel=$indice_row[3]->nodeValue;
if ($indice_nivel<3) {
|   $indice_nivel='BAJO';
}elseif (($indice_nivel>2)&&($indice_nivel<6)) {
|   $indice_nivel='MODERADA';
}elseif (($indice_nivel>5)&&($indice_nivel<8)) {
|   $indice_nivel='ALTA';
}elseif (($indice_nivel>7)&&($indice_nivel<11)) {
|   $indice_nivel='MUY ALTA';
}else{
|   $indice_nivel='EXTREMADAMENTE ALTA';
}

$fecha_hora = $indice_row[4]->nodeValue; //FECHA Y HORA

$reco = $indice_xpath->query('//tr[@class="est_etiquetasNormalesGricesOscuras"]');
$recomendacion = $reco[0]->nodeValue;

```

**Figura 37.** Consulta de Información dentro de Etiquetas HTML

Es importante mencionar que en este script no se imprime la información, sino que solo se la asigna a variables, esto se debe a que se necesita realizar los demás scripts con la información del clima actual y el pronóstico de la ciudad de Quito, siguiendo el mismo proceso.

Una vez que se tenga listos los scripts, se los junta todos en uno solo llamado index.php dando como resultado una página web sencilla que se puede observar en la Figura 38, y contiene toda la información recopilada. Todos los scripts se los puede encontrar en el Anexo A.

```

: 2020-01-12 20:00:00
2
Tiempo Cielos parcialmente cubiertos
Temperatura 16.7
Humedad 52
Precipitacion 0
Presion 729.6
VelocidadViento 1.3
Indice 0
Categoria BAJO
Informe 2020-01-12 18:40:00
Recomendacion Puede permanecer en el exterior sin riesgos.
Fecha1 lunes 13 enero 2020
Fecha2 martes 14 enero 2020
Fecha3 miércoles 15 enero 2020
Fecha4 jueves 16 enero 2020

```

**Figura 38.** Página web con Datos Recopilados

## 3.2 Sistema en Ginga

Para el desarrollo de la aplicación en Ginga se necesita un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE), que servirá para la codificación, ejecución y visualización del sistema a implementar; en este caso se empleará Eclipse, el IDE más versátil, completo y conocido.

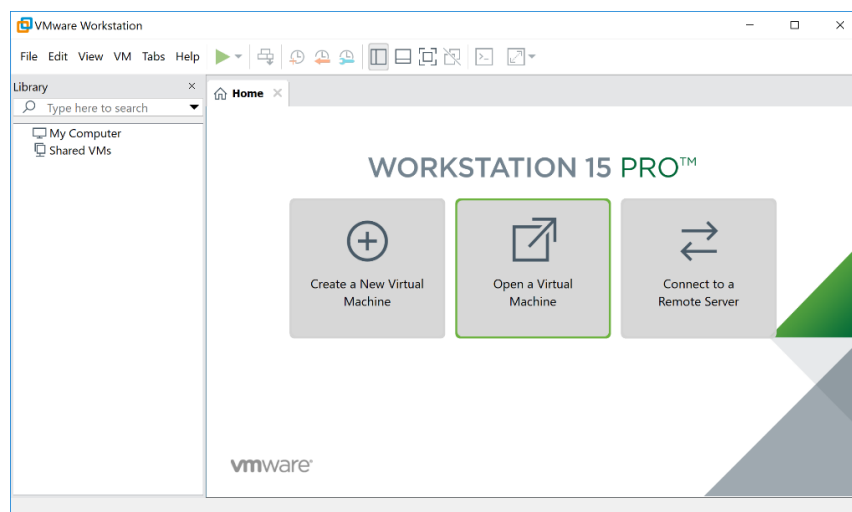
### 3.2.1 Instalación y configuración de la máquina virtual.

Para realizar aplicaciones con Eclipse se necesita instalar una máquina virtual para simular el funcionamiento de un STB, para lo cual se utilizará el software de licencia gratuita VMware Workstation 15 PRO.

Posteriormente, se descargará la imagen Ginga-NCL Virtual STB v.0.12.4. que se la puede encontrar en el sitio oficial del middleware Ginga <http://www.gingancl.org.br/pt-br/ferramentas>.

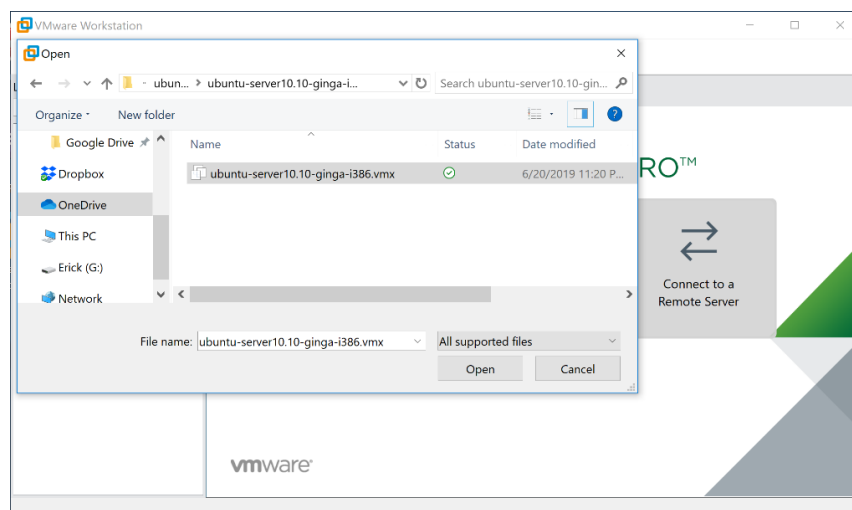


Una vez que se ha descargado la imagen se la descomprime y para ejecutarla se regresa a VMware y se escoge la segunda opción (Abrir una Máquina Virtual), como indica la Figura 39.



**Figura 39.** VMware Workstation 15 PRO

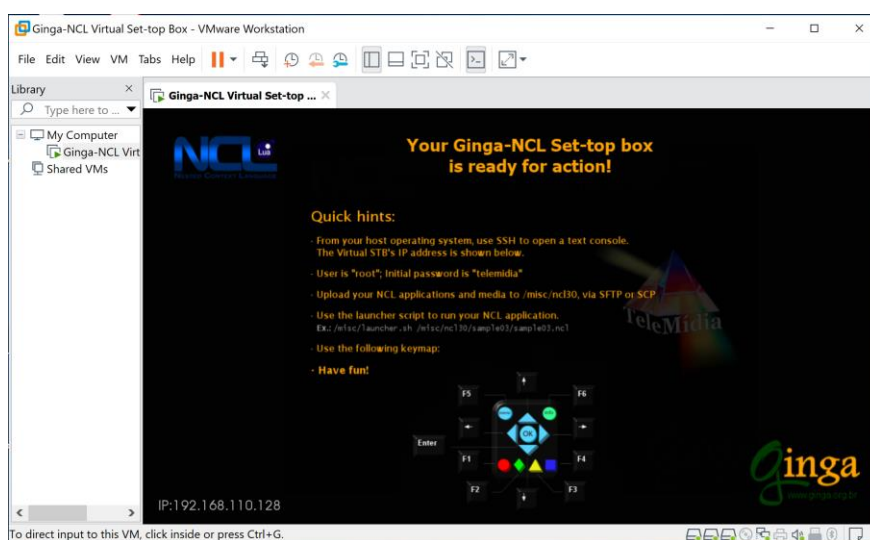
Se desplegará la opción de abrir la máquina virtual, por lo que se busca la carpeta descargada y dentro de ella se selecciona el archivo `ubuntu-server10.10-ginga-i386.vmx`, tal como se muestra en la Figura 40.



**Figura 40.** Instalación de Ginga-NCL Virtual STB

Después de realizar este proceso únicamente se necesita iniciar la máquina virtual, y como primer paso se debe seleccionar una de las resoluciones de pantalla ofrecidas utilizando las flechas arriba o abajo, y con esto se tendrá Ginga-NCL Virtual STB listo para funcionar.

En la Figura 41 se muestra su pantalla principal en donde aparecen las teclas de funcionamiento y las instrucciones para conectarse desde Eclipse, para lo cual se necesita la dirección IP que aparece en la parte inferior izquierda. En caso de que la dirección IP no se muestre se debe apagar la máquina virtual y volver a la pantalla de inicio, seleccionar Editar configuración de máquina virtual, luego en Adaptador de red y seleccionar NAT.



**Figura 41.** Ginga-NCL Virtual STB

### **3.2.2 Eclipse.**

Es un software que posee un conjunto de herramientas de programación de código abierto; es decir, el código fuente está disponible y su desarrollo se basa en la colaboración abierta de sus usuarios, quienes pueden modificar y redistribuir el software gratuitamente.

El Consorcio de Eclipse.org fue creado por IBM con una inversión de \$40 millones y se encarga de administrar y dirigir el desarrollo continuo de Eclipse. El Consorcio de Eclipse.org está conformado por empresas que desarrollan herramientas de software y las cuales determinan la dirección y el alcance del proyecto de Eclipse (Gallardo, 2012).

Eclipse incluye las Herramientas de Desarrollo de Java (JDT) y el Entorno de Desarrollo de Complementos (PDE), por lo que es el preferido para desarrollar aplicaciones Java; sin embargo, es un IDE multiplataforma ya que permite extender sus funciones mediante la instalación de complementos y desarrollar aplicaciones en múltiples lenguajes de programación como C++, JavaScript, PHP, XML, etc.

#### ***3.2.2.1 Descarga e instalación.***

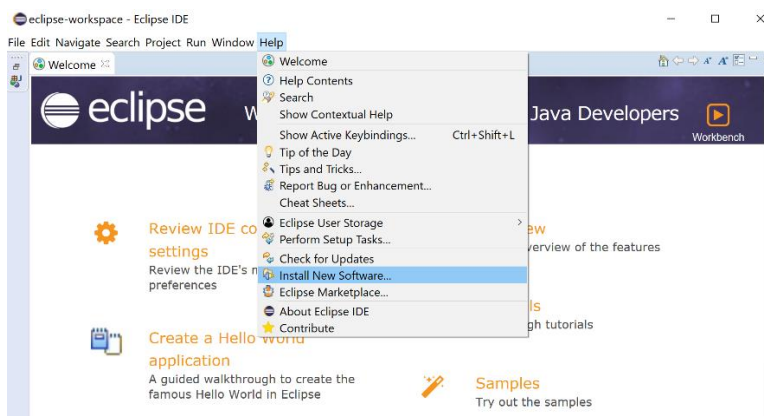
Antes de instalar Eclipse se debe tener el JDK (Java Development Kit) que se lo puede descargar gratuitamente desde el sitio web de Oracle <https://www.oracle.com/technetwork/es/java/javase/downloads/index.html>. Una vez instalado este complemento se procede a descargar Eclipse de su sitio web <https://www.eclipse.org/downloads/>, para realizar este proyecto se utiliza la versión 2019-09 como se puede observar en la Figura 42.



**Figura 42.** Versión de Eclipse

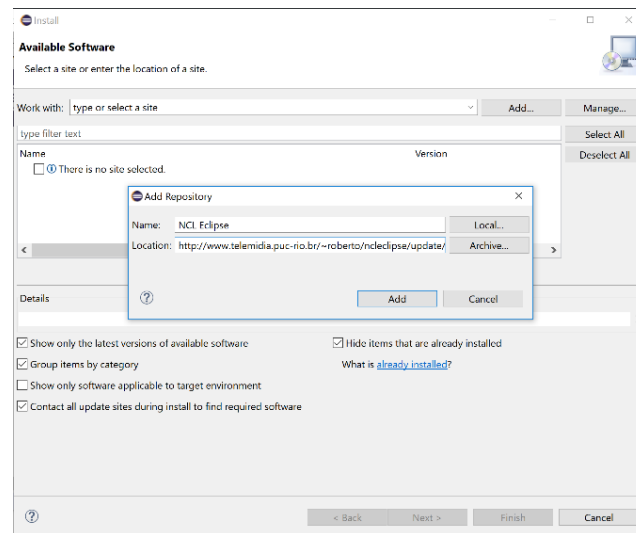
### 3.2.2.2 Complemento NCL Eclipse.

Este complemento permite el desarrollo de aplicaciones NCL. Se instalará la versión 1.7, para lo cual desde la pantalla de inicio de Eclipse se selecciona la pestaña Help y luego en Install New Software, como se observa en la Figura 43.



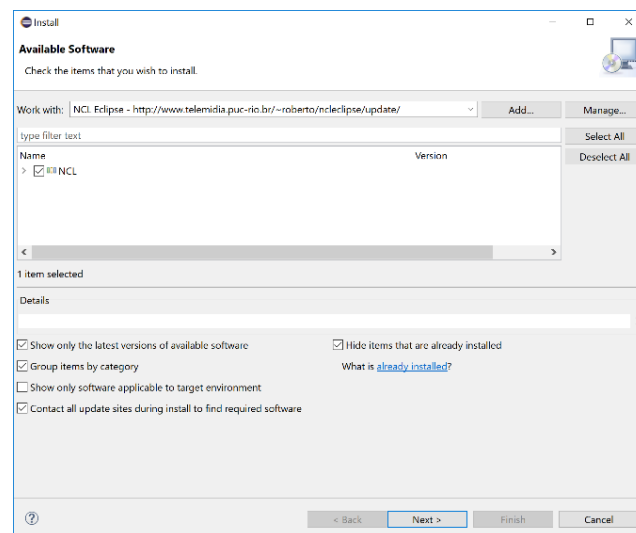
**Figura 43.** Instalar Nuevo Software

En la siguiente ventana seleccionar Add y en el cuadro de dialogo colocar de nombre Eclipse NCL y de ubicación <http://www.telemidia.puc-rio.br/~roberto/ncleclipse/update/>, como se muestra en la Figura 44.



**Figura 44.** Añadir Nuevo Repositorio NCL Eclipse

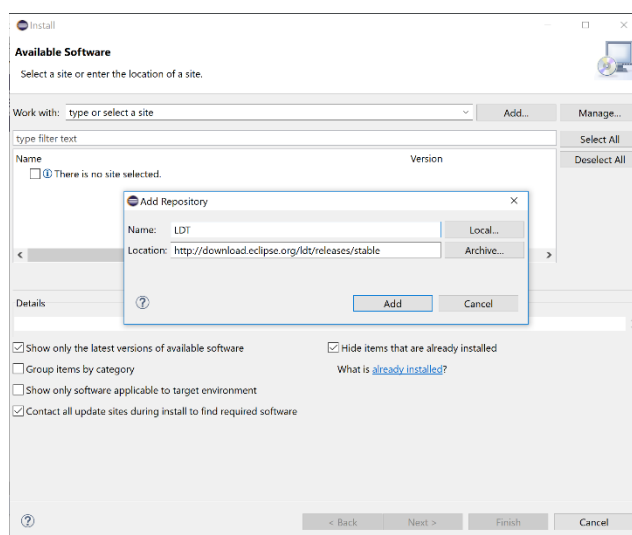
Se añade el repositorio y empezará a buscar actualizaciones en la dirección indicada, luego se marca el cuadro NCL Eclipse, clic en Next y luego en Finish.



**Figura 45.** Instalación de NCL Eclipse

### 3.2.2.3 Complemento Lua Development Tools (LDT).

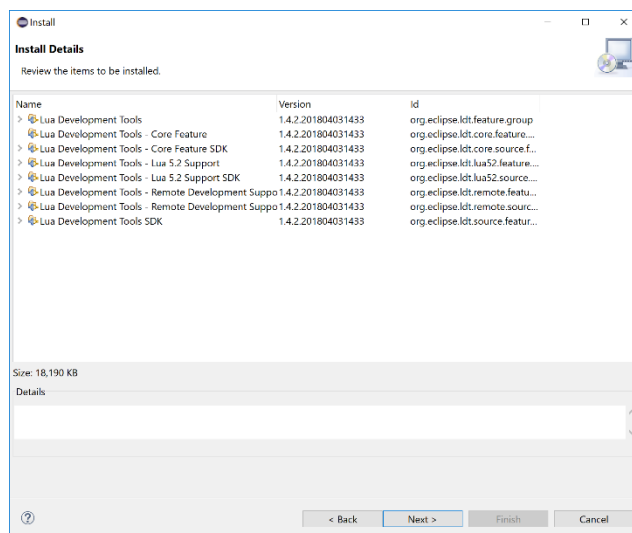
Este complemento permite desarrollar aplicaciones en Lua. Se instalará la versión 1.4.2 y al igual que el anterior complemento en la pestaña Help se selecciona Install New Software y en el cuadro de diálogo se coloca de nombre LDT y de ubicación <http://download.eclipse.org/ldt/releases/stable>, tal como se observa en la Figura 46.



**Figura 46.** Añadir Nuevo Repositorio LDT (Herramientas de Desarrollo Lua)

Se añade el repositorio y empezará a buscar actualizaciones en la dirección indicada, luego se marca los cuadros Lua Development Tools como indica la Figura 47, clic en Next y luego en Finish.

Después de la instalación se debe reiniciar Eclipse, y con esto ya se tendrá listos los complementos NCL Eclipse y Lua Development Tools.



**Figura 47.** Instalación de Lua Development Tools (LDT)

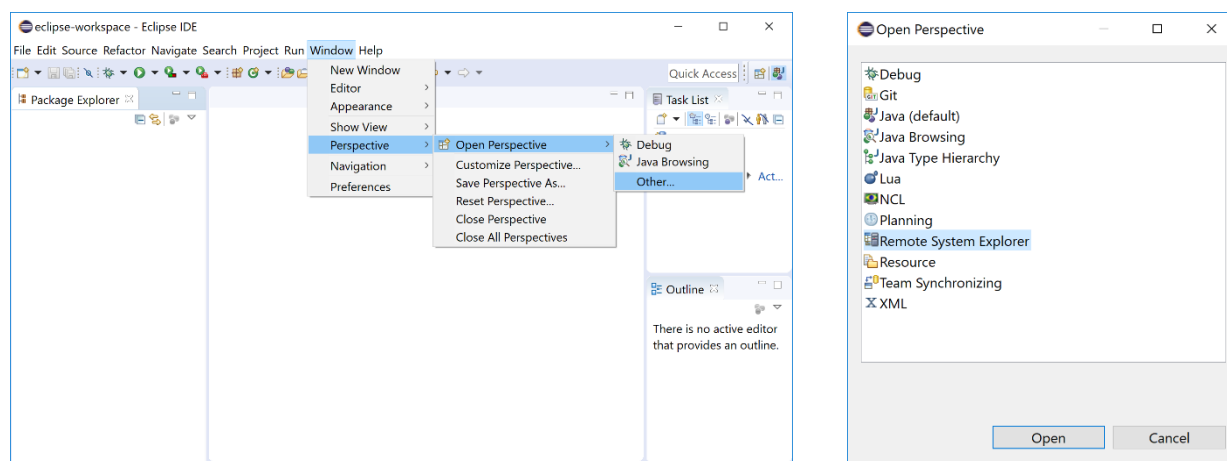
#### 3.2.2.4 Remote System Explorer (RSE).

Es un complemento que ofrece un conjunto de herramientas para conectarse y trabajar con diferentes sistemas remotos, es compatible con los protocolos SSH, Telnet, FTP y DStore.

El complemento RSE es muy importante ya que permite la conexión de Eclipse con Ginga-NCL Virtual STB que es considerado como un sistema remoto, aunque esté instalada en la misma computadora (máquina virtual). Con esto se facilita la ejecución de las aplicaciones ya que se lo puede realizar directamente desde Eclipse.

Su instalación es sencilla, primero se debe ingresar al sitio web <https://marketplace.eclipse.org/content/remote-system-explorer-ssh-telnet-ftp-and-dstore-protocols>, y desde el botón “Instalar” arrastrar hacia la carpeta workspace, en donde se guardan todos los proyectos desarrollados.

Para comprobar su funcionamiento se cambia el espacio de trabajo por la perspectiva ofrecida por RSE, para esto desde la pantalla de inicio de Eclipse se selecciona la pestaña Window/Perspective/Open Perspective/Other y se selecciona Remote System Explorer, como se muestra en la Figura 48.

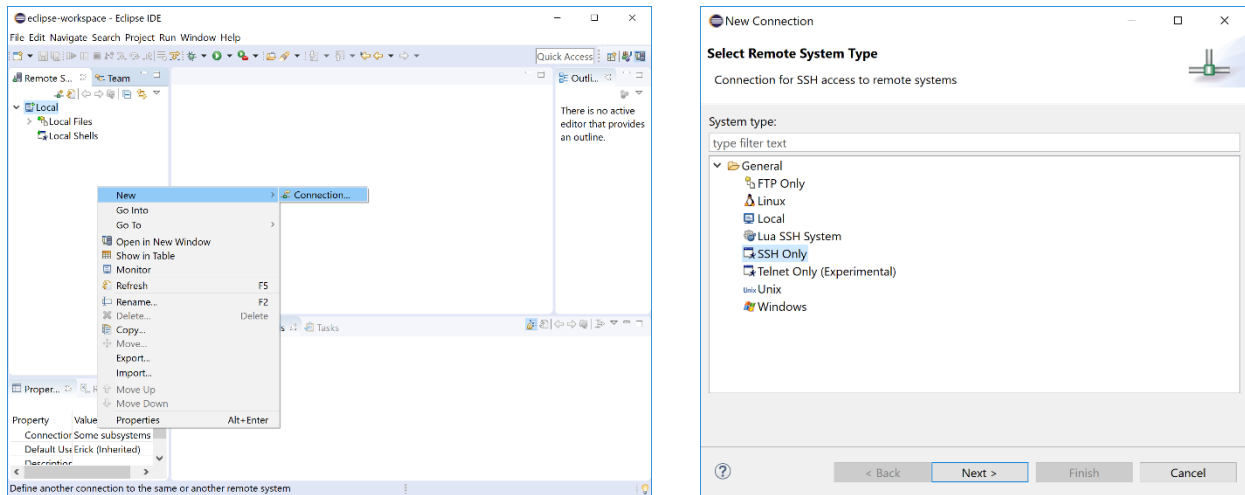


**Figura 48.** Cambio de Perspectiva a RSE

### **3.2.2.5 Conexión remota con Ginga-NCL Virtual STB.**

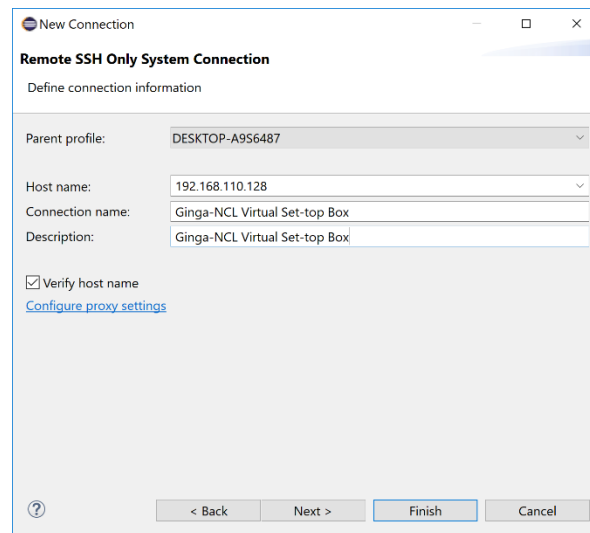
En el nuevo espacio de trabajo se hace clic derecho en el área de Remote Systems y se selecciona New Connection. A continuación, se debe escoger el tipo de conexión al sistema remoto, en ese caso se selecciona la opción SSH Only. Este proceso se lo puede observar en la Figura 49.





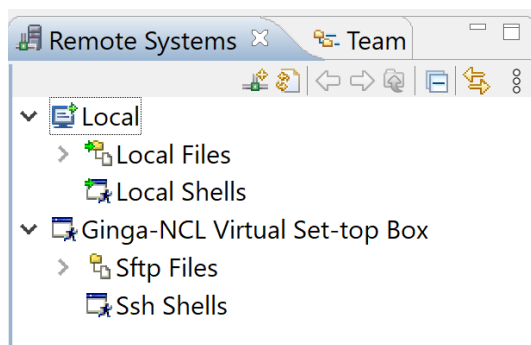
**Figura 49.** Nueva Conexión al Sistema Remoto

Después de seleccionar el tipo de conexión se debe configurar el nombre del host, el nombre de la conexión y su descripción. El nombre del host es la dirección IP que se muestra en la parte inferior izquierda de la máquina virtual; de nombre y descripción se coloca Ginga-NCL Virtual STB, tal como se muestra en la Figura 50.



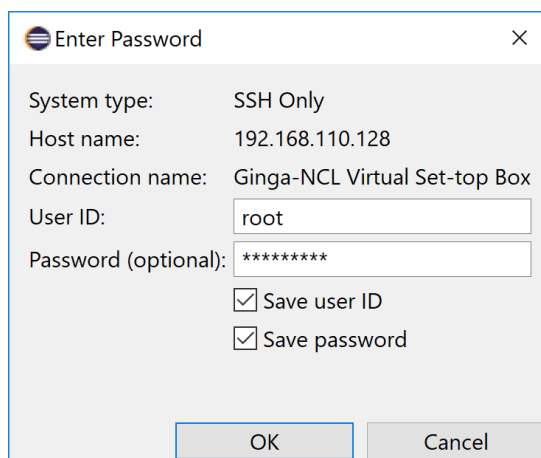
**Figura 50.** Información para la Conexión Remota

Luego de realizar todas las configuraciones, aparecerá un nuevo sistema remoto en la pantalla principal como se observa en la Figura 51.



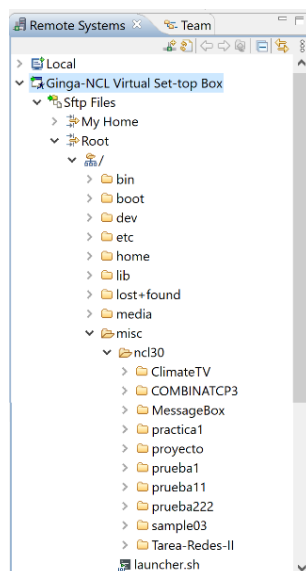
**Figura 51.** Nueva Conexión Remota

Para conectarse a Ginga-NCL Virtual STB, únicamente se hace clic derecho sobre la nueva conexión y se selecciona Connect. Se abrirá una nueva ventana como se muestra en la Figura 52, la cual solicita el usuario y contraseña; dicha información se encuentra en la pantalla principal de la máquina virtual e indica que el usuario es root y su contraseña telemidia.



**Figura 52.** Establecer Conexión Remota con Ginga-NCL Virtual STB

Luego de establecer la conexión con Ginga-NCL Virtual STB, se podrá acceder a todos sus archivos. Los proyectos desarrollados en Ginga NCL se los debe guardar en /Sftp Files/Root/misc/ncl30/, como se observa en la Figura 53.



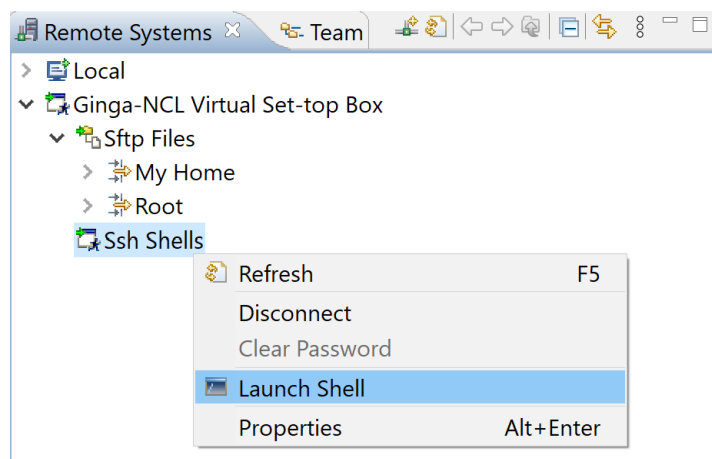
**Figura 53.** Archivos de Ginga-NCL Virtual STB

RSE permite editar los archivos remotos como si fueran archivos locales; es decir, cualquier modificación que se realice se guardará directamente en el archivo remoto. Además, también permite la creación de directorios y la transferencia de archivos desde el sistema local o viceversa.

### ***3.2.2.6 Ejecución de aplicaciones.***

Para ejecutar comandos directamente en Ginga-NCL Virtual STB se debe abrir un terminal, para lo cual se hace clic derecho en Ssh Shells y seleccionar Launch Shell, como indica la Figura 54.

Usando el shell es posible ejecutar aplicaciones sin salir de Eclipse. En este caso se coloca la línea de comando `/misc/launcher.sh /misc/ncl30/ClimateTV/main.ncl` y se podrá visualizar la aplicación en el reproductor de VMware.



*Figura 54.* Shell para la Ejecución de Aplicaciones

### 3.3 Sistema en HbbTV

Para el desarrollo de la aplicación en HbbTV se empleará distintos lenguajes de programación como PHP, HTML, JavaScript y CSS. El editor de código que se utiliza es Visual Studio Code por su facilidad de uso y por su compatibilidad con varios lenguajes de programación.

#### 3.3.1 Visual Studio Code.

Es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft y se lo puede instalar en Windows, Linux y MacOS.

Admite por defecto los principales lenguajes de programación como JavaScript, TypeScript, CSS y HTML, aunque con la instalación de extensiones admite casi cualquier lenguaje

de programación; además de la posibilidad de habilitar otros idiomas, temas, depuradores, comandos, entre otros servicios adicionales. Las extensiones se ejecutan en procesos separados, por lo que no se ralentizará el editor.

Incluye características que simplifican el desarrollo de código, por ejemplo, la depuración directamente desde el editor, resaltado de sintaxis, finalización inteligente de código, comprobación de código sospechoso y refactorización de código. Además, se lo puede personalizar a necesidad del usuario como cambiar el tema del editor, los atajos de teclado y las preferencias.



*Figura 55.* Ícono de Visual Studio Code

### **3.3.2 Librerías de HbbTV.**

Existen librerías HbbTV predefinidas para el correcto funcionamiento de aplicaciones desarrolladas para este estándar; estas librerías se encargan de las funciones principales, tales como iniciar o cerrar la aplicación, mostrarla u ocultarla, entre otras; además de la librería que permite usar el teclado para simular los botones del control remoto.

### 3.3.2.1 Hbbtvlib.

Esta librería de HbbTV se la debe cargar en toda aplicación. El script comienza con la función encargada de crear e inicializar HbbTV, en esta sección se agrega el administrador de aplicaciones OIPF, tal como se muestra en la Figura 56. Esta es la primera función que debe ser llamada antes que otras funciones de esta librería.

```

var hbbtvlib_lastError = "no error";
/**
 * @return true if OIPF functions are available
 */
function hbbtvlib_initialize() {
    try {
        int_createOipfObjs();

        var appMgr = int_objs[int_objTypes.appMan];
        if (appMgr && typeof(appMgr.getOwnerApplication) != "undefined")
            int_app = appMgr.getOwnerApplication(document);
        else {
            hbbtvlib_lastError = "no application manager";
            int_app = null;
            return false;
        }
        return int_initKeysetObj();
    } catch (e) {
        hbbtvlib_lastError = e;
        int_app = null;
    }
    return false;
};

```

**Figura 56.** Función para Crear e Inicializar HbbTV

El código completo del script se lo puede encontrar en el Anexo C.1, y también contiene otras funciones importantes entre las que se pueden mencionar:

- `hbbtvlib_show`: Esta función hace todo lo que HbbTV requiere cuando una aplicación quiere ser visible.
- `hbbtvlib_hide`: Esta función hace todo lo que HbbTV requiere cuando una aplicación quiere pasar a estado oculto.
- `hbbtvlib_createApp`: Función que se encarga de crear aplicaciones con el Administrador de aplicaciones OIPF.
- `hbbtvlib_closeApp`: Función que se encarga de destruir o cerrar la aplicación.
- `hbbtvlib_init_broadcast`: Función que integra la transmisión de video en la aplicación. Crea e inicializa un video de difusión dentro del elemento identificado por el *containerId*.
- `hbbtvlib_release_broadcast`: Función que elimina el video transmitido de la aplicación. Libera el objeto video/broadcast y elimina el objeto del DOM.
- `hbbtvlib_current_service`: Función que devuelve la identificación del servicio DVB actual presentado. Requiere la función `hbbtvlib_init_broadcast`.

### 3.3.2.2 *KeyCodes*.

Esta librería está escrita en JavaScript y relaciona el teclado del computador con el mando de control remoto; se encarga de asociar los eventos del control remoto a variables que serán llamadas en otros scripts mediante la función *handleKeyCode()*, como se lo verá más adelante.

Para la realización de este proyecto, los eventos principales del control remoto que se definen son los botones de colores, botones de navegación y el botón OK, para lo cual primero se

deben definir las teclas del computador y conocer su código hexadecimal en JavaScript de cada uno, como indica la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Key Codes en JavaScript*

<b>Control Remoto</b>	<b>Tecla Asignada</b>	<b>Variable Asignada</b>	<b>Key Code Decimal</b>	<b>Key Code Hexadecimal</b>
Izquierda	Izquierda	VK_LEFT	37	0x25
Arriba	Arriba	VK_UP	38	0x26
Derecha	Derecha	VK_RIGHT	39	0x27
Abajo	Abajo	VK_DOWN	40	0x28
Rojo	F5	VK_RED	116	0x74
Verde	F6	VK_GREEN	117	0x75
Amarillo	F7	VK_YELLOW	118	0x76
Azul	F8	VK_BLUE	119	0x77

Para empezar el script se necesita asignar los eventos a las variables definidas en la Tabla 7, tal como se puede observar en la Figura 57 y luego se les puede asignar a estas variables el código hexadecimal para su funcionamiento desde el teclado del computador, como se puede observar en la Figura 58. El código completo del script se lo puede encontrar en el Anexo C.2.



```

if (typeof(KeyEvent.VK_LEFT)!='undefined') {
    var VK_LEFT = KeyEvent.VK_LEFT;
    var VK_UP = KeyEvent.VK_UP;
    var VK_RIGHT = KeyEvent.VK_RIGHT;
    var VK_DOWN = KeyEvent.VK_DOWN;
}
if (typeof(KeyEvent.VK_ENTER)!='undefined') {
    var VK_ENTER = KeyEvent.VK_ENTER;
}
if (typeof(KeyEvent.VK_RED)!='undefined') {
    var VK_RED = KeyEvent.VK_RED;
    var VK_GREEN = KeyEvent.VK_GREEN;
    var VK_YELLOW = KeyEvent.VK_YELLOW;
    var VK_BLUE = KeyEvent.VK_BLUE;
}

```

**Figura 57.** Eventos Asignados a Variables

```

if (typeof(VK_LEFT)=='undefined') {
    var VK_LEFT = 0x25;
    var VK_UP = 0x26;
    var VK_RIGHT = 0x27;
    var VK_DOWN = 0x28;
}
if (typeof(VK_ENTER)=='undefined') {
    var VK_ENTER = 0x0d;
}
if (typeof(redkey)=='undefined') {
    var redkey = 0x74;
    var VK_GREEN = 0x75;
    var VK_YELLOW = 0x76;
    var VK_BLUE = 0x77;
}

```

**Figura 58.** Key Codes Asignados a Variables

### 3.3.3 Base JavaScript.

Escrita en JavaScript y se encarga de definir funciones globales que van a poder ser utilizadas en cualquier script de la aplicación.

El script comienza con la función *inicAplicacion()*, la cual inicializa la aplicación HbbTV y su código se lo puede observar en la Figura 59.

```

function inicAplicacion() {
  try {
    var app = document.getElementById('appmgr').getOwnerApplication(document);
    app.show();
    app.activate();
  } catch (e) {
    // se ignoran las excepciones
  }
  setKeyset(0x1+0x2+0x4+0x8+0x10);
}

```

**Figura 59.** Función que Inicializa la Aplicación

La siguiente función del script es *setKeyset(mask)*, que se encarga de enmascarar las pulsaciones; es decir, define una máscara para ignorar ciertas pulsaciones, su código se lo puede observar en la Figura 60.

```

function setKeyset(mask) {
  // para HbbTV 0.5:
  try {
    var elemcfg = document.getElementById('oipfcfg');
    elemcfg.keyset.value = mask;
  } catch (e) {
    // se ignoran las excepciones
  }
  try {
    var elemcfg = document.getElementById('oipfcfg');
    elemcfg.keyset.setValue(mask);
  } catch (e) {
    // se ignoran las excepciones
  }
  // para HbbTV 1.0:
  try {
    var app = document.getElementById('appmgr').getOwnerApplication(document);
    app.privateData.keyset.setValue(mask);
    app.privateData.keyset.value = mask;
  } catch (e) {
    // se ignoran las excepciones
  }
}

```

**Figura 60.** Función setkeyset (mask)

Por último, se definen las funciones *registerKeyListener()* y *menuInic()*. La primera función “escucha” un evento del teclado, captura el código de la tecla que se pulsó y la envía a otra función; mientras que la segunda función se encarga de mostrar el menú lateral en donde se encuentran los cuatro días del pronóstico ambiental y se puede navegar entre ellos. Su código se lo puede observar en la Figura 61.

```
function registerKeyListener() {
  document.addEventListener("keydown", function(e) {
    if (handleKeyCode(e.keyCode)) {
      e.preventDefault();
    }
  }, false);
}

function menuInic() {
  opts = document.getElementById('indice').getElementsByTagName('li');
  menuSeleccionar(0); //la primera opcion viene seleccionada por defecto
}
```

**Figura 61.** Funciones *registerKeyListener()* y *menuInic()*

### 3.3.4 Funcionamiento del sistema desarrollado.

Luego de establecer las funciones necesarias explicadas anteriormente, se procede a estructurar el sistema de manera que su funcionamiento sea igual al sistema en Ginga. Se lo puede dividir en tres secciones importantes:

#### 3.3.4.1 Convertir datos a formato XML.

Para mostrar la información que se logró extraer con Web Scraping, se realizará un script escrito en lenguaje PHP que consiste en crear un archivo XML con todos los datos necesarios y posteriormente usarlos para mostrarlos en pantalla.

En la Figura 62 se puede observar la sección de código que convierte los datos sobre el índice de radiación UV en formato XML. Primeramente, se debe llamar a los scripts que contienen la información y ordenar las variables dentro de las etiquetas *<elemento>* y *<texto>*, luego guardar el archivo en una carpeta con el nombre tiempo.xml. De igual manera se realizará para la información del clima actual, el pronóstico y las fechas de los cuatro días siguientes, lo único que cambia es el nombre de los archivos XML generados.

```

<?php
include 'tiempo.php';
include 'datosUV.php';
include 'pronostico1.php';

$textoXML = '<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" standalone="yes"?';
$textoXML = '<xml>';
$textoXML .= "\n";

////////// DATOS UV ////////// DATOS UV //////////
$textoXML .= '<elemento>';
$textoXML .= "\n";
$textoXML .= '<texto>'; $textoXML .= $indice; $textoXML .= '</texto>';
$textoXML .= "\n";
$textoXML .= '<texto>'; $textoXML .= $indice_nivel; $textoXML .= '</texto>';
$textoXML .= "\n";
$textoXML .= '<texto>'; $textoXML .= $fecha_hora; $textoXML .= '</texto>';
$textoXML .= "\n";
$textoXML .= '<texto>'; $textoXML .= $recomendacion; $textoXML .= '</texto>';
$textoXML .= "\n";
$textoXML .= '</elemento>';
$textoXML .= "\n";

$textoXML .= '</xml>';

$textoXML = mb_convert_encoding($textoXML, "UTF-8");

$gestort = fopen("xml/tiempo.xml", 'w');
fwrite($gestort, $textoXML);
fclose($gestort);

```

**Figura 62.** Generar XML de Información Índice UV

En la Figura 63 se puede observar el archivo tiempo.xml, el cual contiene el resultado del código anterior con información sobre el clima actual y el índice de radiación UV.

```

<xml>
  <elemento>
    <texto>Cielos parcialmente cubiertos</texto>
    <texto>20.9 °C</texto>
    <texto>48 %</texto>
    <texto>0 mm</texto>
    <texto>729.1 Hpa</texto>
    <texto> 3.1 m/s</texto>
    <texto>2019-09-27 15:00:00</texto>
  </elemento>

  <elemento>
    <texto>3</texto>
    <texto>MODERADA</texto>
    <texto>2019-09-27 15:40:00</texto>
    <texto>
      Mantengase a la sombra durantelas horas centrales del dia
      Pongase camiseta, crema de proteccion solary sombrero.
    </texto>
  </elemento>
</xml>

```

**Figura 63.** Archivo XML Generado

### 3.3.4.2 Navegación.

Se realiza un script con el nombre *navegación.js* que determina el comportamiento del sistema al pulsar las teclas de mando, se encarga de reconocer las teclas de colores y de navegación. En la Figura 64 se puede observar el código para navegar entre los cuatro días de pronóstico, la función *handleKeyCode()* se emplea para navegar por el menú.

Es importante que existan cuatro archivos XML del pronóstico (1 archivo por día) ya que la línea 7 hace un llamado a cada uno dependiendo de la tecla presionada. En este caso los nombres de los archivos son 100.xml; 200.xml; 300.xml; 400.xml.

```

function handleKeyCode(kc) {
    if (kc==VK_UP) { //UP, LEFT
        if ( focus == 'lateral' ) {
            menuSeleccionar(selected-1);
            if ( focus == 'lateral' ) {
                var page = opts[selected].getAttribute("pagina");
                var link = 'xml/' + page + '.xml';

                updatePreview(link);
                var i
                for (i = 0; i < opts.length; i++){
                    if ( i == selected){
                        opts[i].setAttribute('selected','si');
                    } else {
                        opts[i].setAttribute('selected','no');
                    }
                }
            }
        }
        } else if ( focus == 'centro'){
            navegarPagina('up');
        }
        return true;
    } else if (kc==VK_DOWN) { // DOWN, RIGHT
        if ( focus == 'lateral' ) {
            menuSeleccionar(selected+1);
            if ( focus == 'lateral' ) {
                var page = opts[selected].getAttribute("pagina");
                var link = 'xml/' + page + '.xml';
                updatePreview(link);
                var i
                for (i = 0; i < opts.length; i++){
                    if ( i == selected){
                        opts[i].setAttribute('selected','si');
                    } else {
                        opts[i].setAttribute('selected','no');
                    }
                }
            }
        }
        } else if ( focus == 'centro'){
            navegarPagina('down');
        }
        return true;
    }
}

```

**Figura 64.** Navegación por el Menú de Pronóstico

De igual manera el script define el comportamiento cuando se aplasta el botón rojo y las teclas de dirección (derecha, izquierda) como se lo observa en la Figura 65. Si se presiona la tecla hacia la derecha se podrá observar el pronóstico de los cuatro días siguientes, y se podrá navegar

entre los cuatro días con las flechas de arriba y abajo. Si se presiona la tecla hacia la izquierda se observa de nuevo la información sobre el clima actual y el índice de radiación UV.

Por otra parte, si se presiona en cualquier momento el botón rojo (F5) se dirige al archivo llamado iniciorjo.htm, el cual contiene la pantalla inicial del sistema que muestra un video de fondo y un ícono rojo en la parte superior derecha.

```

else if ((kc==VK_RED)|| (kc==redkey)) {
document.location.href = '../iniciorjo.htm';
return true;
} else if (kc==VK_RIGHT) {
document.getElementById("uv").style.display = "none";
document.getElementById("clima").style.display = "none";
document.getElementById("izquierda").style.display = "block";
document.getElementById("derecha").style.display = "none";
document.getElementById("indice").style.display = "block";
actualizarEtiquetas();
return true;
} else if (kc==VK_LEFT) {
document.getElementById("pronostico").style.display = "block";
document.getElementById("indice").style.display = "none";
document.getElementById("clima").style.display = "block";
document.getElementById("uv").style.display = "block";
document.getElementById("izquierda").style.display = "none";
document.getElementById("derecha").style.display = "block";
//actualizarEtiquetas();
return true;
}
return false;
}

```

**Figura 65.** Función de las Teclas de Dirección

### 3.3.4.3 Estilo de la interfaz.

Para agregar el diseño a todo el sistema se realiza un script en lenguaje CSS que se encarga de dar el formato y estilo, su uso más común es dar estilo a páginas web escritas en lenguaje HTML y XHTML. Para este caso se ha intentado hacer un diseño que llame la atención a los televidentes

y sea agradable de utilizar, se ha definido los colores de presentación, el tamaño y color de letra, entre otros aspectos. En la Figura 66 se observa un ejemplo del estilo que se le dio a la sección del pronóstico; el código completo del script se lo puede encontrar en el Anexo C.3.

```
#indice li {
  position: relative;
  margin: 5% 0% 0% 0%; /*margin: 0% 0% 0% 1%;*/
  padding: 1% 1% 1% 0%; /*padding: 1% 1% 1% 0%;*/
  color: transparent;
  height: 15%;
  width: 100%; /* VERTICAL 100%, HORIZONTAL 22.5%*/
  background-image: transparent;
  background-size: 100%,100%;
  background-repeat: no-repeat;
  /*background-position: center; */
  color: ■rgb(47, 0, 255);
  font-size:200%;
  /*background-color: antiquewhite;*/
  font-style: italic;
  font-weight: bold;
  text-align:center;
}

li[focused=si]{
  background-color: ■rgb(47, 255, 193);
  /*background-image: url(../imagenes/salir2.png);*/
}

#pronostico{
  position: absolute;
  height: 40%;
  width: 78%;
  bottom: 0%;
  font: 100% sans-serif;
```

**Figura 66.** Estilo a la Sección de Pronóstico



## CAPÍTULO IV: PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

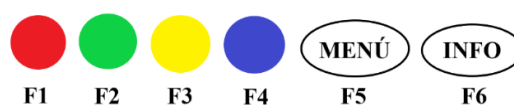
### 4.1 Análisis de funcionamiento

Al revisar la página web del INAMHI se observa que la información sobre el clima actual se actualiza cada hora durante todo el día; sin embargo, la información con respecto al índice de radiación UV se actualiza cada 10 minutos desde las 6:00 am hasta las 18:40 pm. Por tal motivo, la página web desarrollada para extraer su información, la cual se puede observar en la Figura 38 se la configura para que se actualice cada 5 minutos y con esto la información siempre estará actualizada en la pantalla de la televisión.

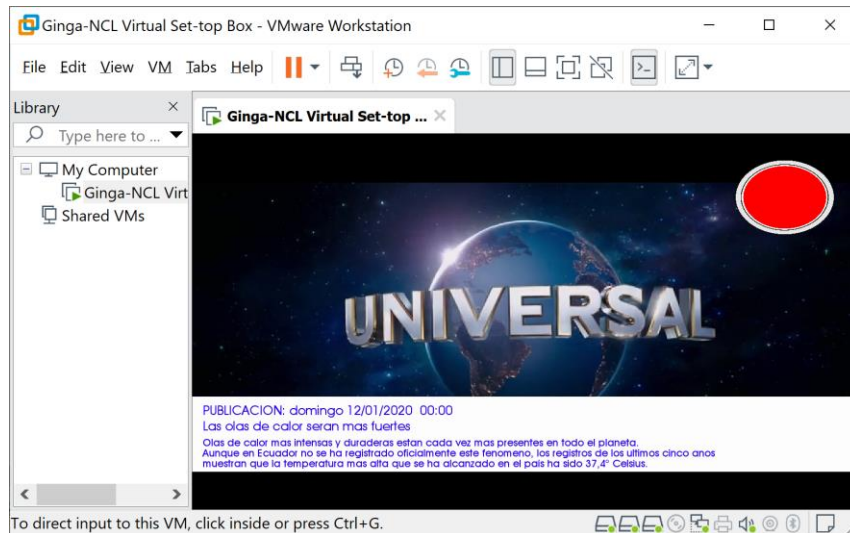
La información del pronóstico de los cuatro días siguientes no entra en este análisis ya que la página web se actualiza cada 24 horas, por lo que su información no es tan sensible como la anterior y los 5 minutos es más que suficiente para siempre mantenerla actualizada.

#### 4.1.1 Sistema en Ginga.

En la Figura 68 se observa la pantalla principal del sistema de monitoreo, en donde se muestra un video de fondo y un ícono de color rojo en la parte superior derecha y en la parte inferior se mostrarán noticias sobre el clima de Quito. Para observar la siguiente pantalla del sistema se presiona el botón rojo (F1). Las teclas que emulan el control remoto en Ginga se puede observar en la Figura 67.

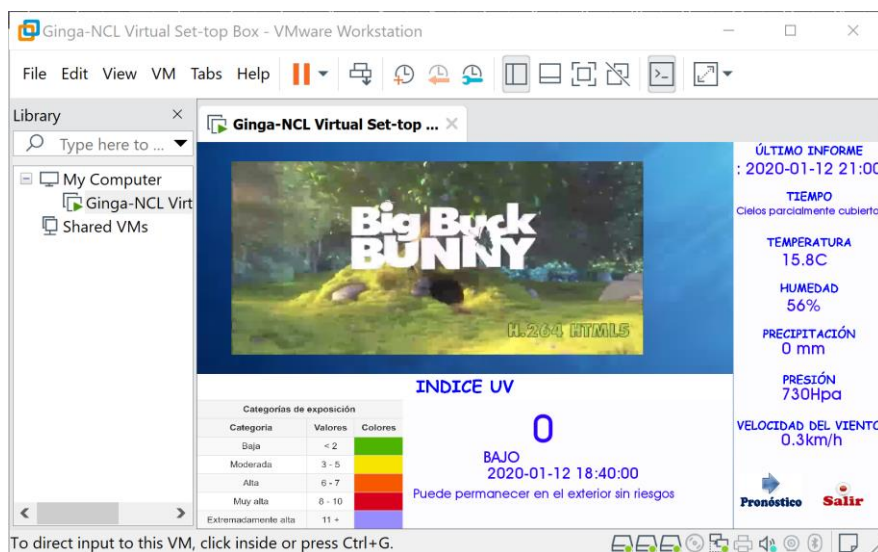


**Figura 67.** Teclas que Emulan el Control Remoto en Ginga



**Figura 68.** Pantalla Principal del Sistema de Monitoreo Ambiental

Luego de que se presiona el botón rojo se muestra la segunda pantalla (Figura 69), la cual contiene información sobre el clima actual como la fecha y hora del último informe, el tiempo, temperatura, humedad, precipitación, presión y velocidad del viento. En la parte inferior se muestra el índice de radiación UV, su categoría y las recomendaciones.

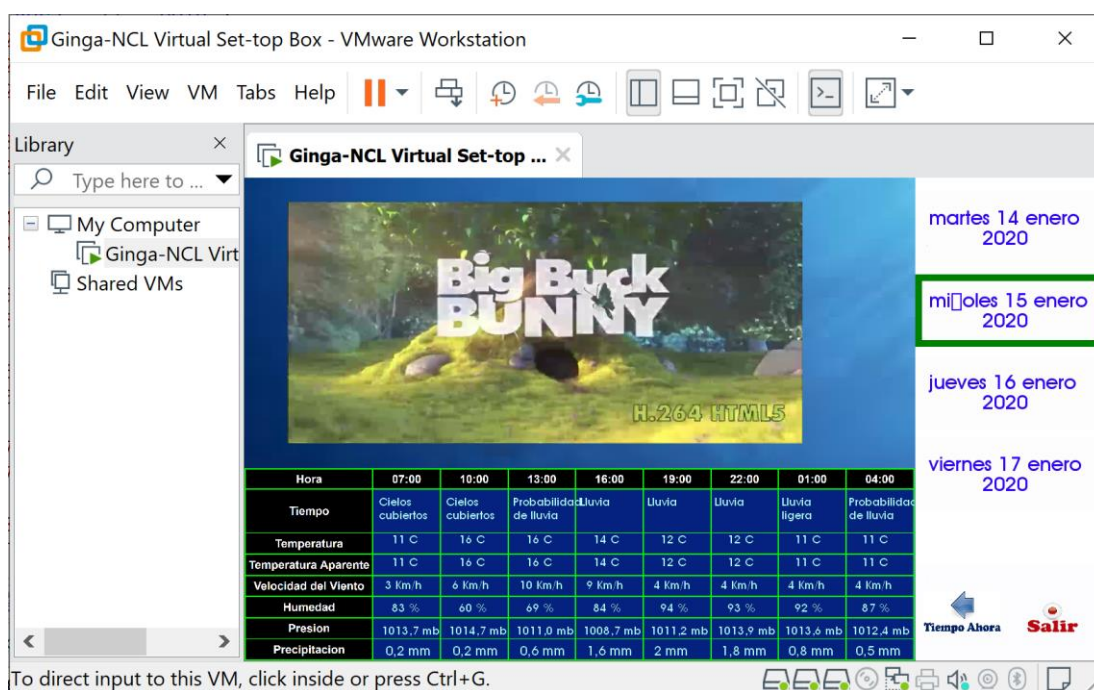


**Figura 69.** Información sobre el clima Actual y el índice UV

Si se presiona la tecla hacia la derecha se podrá observar el pronóstico de los cuatro días siguientes (Figura 70), en donde se muestra la misma información del clima actual (incluyendo la temperatura aparente) con intervalos de tres horas desde la 1:00 a.m. hasta las 22:00 p.m.; y se podrá navegar entre los cuatro días con las flechas de arriba y abajo.

Si se presiona la tecla hacia la izquierda se observa de nuevo la información sobre el clima actual y el índice de radiación UV (Figura 69); por último, si se presiona en cualquier momento el botón rojo (F1) se regresa a la pantalla principal del sistema (Figura 68).

El código completo del archivo principal que contiene la interfaz del sistema se lo puede encontrar en el Anexo B.

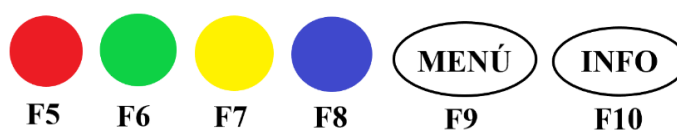


**Figura 70.** Pronóstico de los Cuatro Días Siguyentes

#### 4.1.2 Sistema en HbbTV.

Para esta aplicación se necesita dos archivos HTML, el primero contiene la pantalla principal con un video de fondo y un ícono de color rojo, para acceder al menú principal de la aplicación se debe presionar el botón rojo (F5). El segundo archivo contiene toda la información meteorológica.

Para comprobar el funcionamiento del sistema de monitoreo se debe instalar el plugin HybridTvViewer que está disponible para el navegador Firefox. El funcionamiento del sistema desarrollado es exactamente igual que Ginga, con la diferencia de que gracias al plugin instalado es más sencillo presionar los botones de colores ya que vienen integrados en la pantalla como se puede observar en la Figura 72 y Figura 73. En caso de usar el teclado los botones asignados se los puede observar en la Figura 71.



*Figura 71.* Teclas que Emulan el Control Remoto en HbbTV

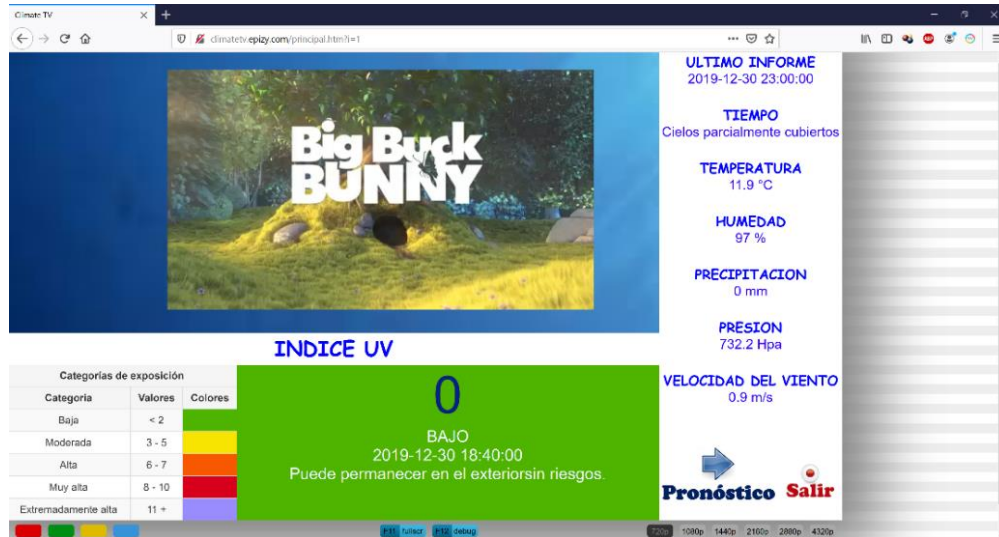


Figura 72. Índice de Radiación UV y Clima Actual

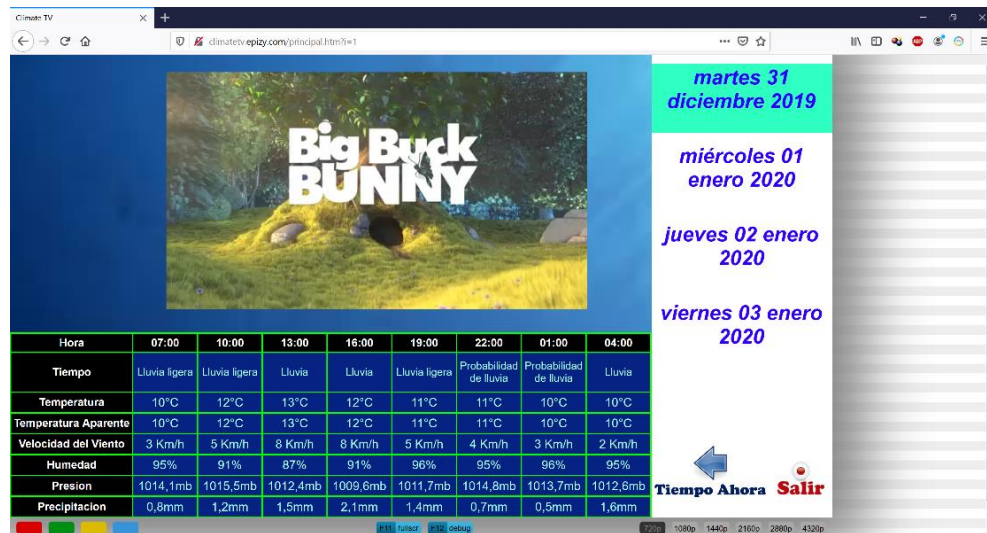


Figura 73. Pronóstico de Cuatro Días

## 4.2 Análisis de Usabilidad

El objetivo del sistema desarrollado es que su manejo sea intuitivo y no requiera un manual de instrucciones, además que su interfaz sea llamativa y fácil de entender. Las pruebas de usabilidad se centran en los usuarios finales y su calidad de experiencia (QoE) frente al sistema.

Se realizarán pruebas con la escala de Liker para medir la respuesta del usuario frente a temas como su dificultad de uso, navegación y diseño del sistema de monitoreo ambiental. La escala de Liker lleva su nombre por su inventor, el psicólogo Rensis Likert y es una escala de medición en donde las personas encuestadas indican el grado de satisfacción frente a cada una de las afirmaciones hechas con base a los temas de estudio (Malhotra, 2004).

La escala de respuesta tiene cinco categorías que van desde “muy en desacuerdo” hasta “muy de acuerdo”, y se pueden identificar respuestas positivas y negativas como se puede observar en la Figura 74.



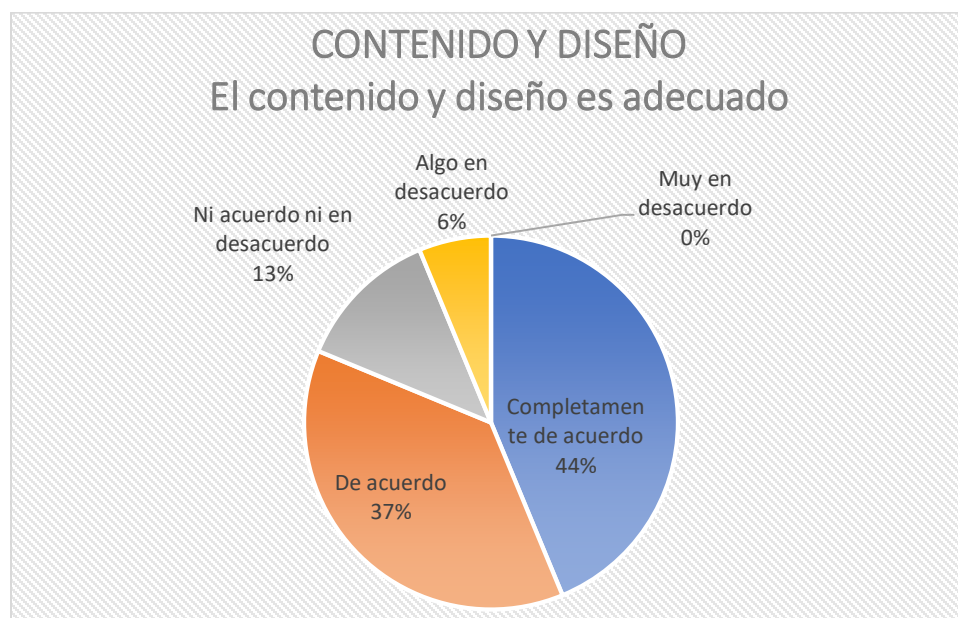
**Figura 74.** Niveles de Medición Escala de Liker

Para realizar las pruebas se toma una muestra de 16 personas, a las cuales se les presenta el sistema desarrollado en ambas plataformas y sus resultados se los presenta a continuación:

#### 4.2.1 Contenido y diseño.

Se evalúan aspectos gráficos de la interfaz y la calidad del diseño, como por ejemplo el tamaño correcto de los elementos multimedia, así como también que el texto mostrado sea visible y ocupe las regiones adecuadas en la pantalla.

La Figura 75 muestra los resultados de esta sección en donde se puede observar que el 44% de los usuarios están completamente de acuerdo con el diseño y contenido de la interfaz; por otra parte, el 37% está de acuerdo, el 13% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo y el 6% está algo en desacuerdo. Al observar la Figura 74 se puede determinar que el 94% de los resultados son positivos y solamente el 6% negativo y esto puede ser debido a que los elementos multimedia y su organización no fueron diseñados de manera profesional.



**Figura 75.** Resultados Diseño y Contenido

#### 4.2.2 Navegación.

Se evalúan los aspectos con respecto al desenvolvimiento del usuario dentro de la interfaz; es decir, si les resultó fácil la navegación entre las distintas opciones del sistema y si la información mostrada es la adecuada.

La Figura 76 muestra los resultados de esta sección en donde se puede observar que el 62% de los usuarios están completamente de acuerdo con la navegación; por otra parte, el 38% está de acuerdo, y las demás opciones obtuvieron el 0%. Con esto se determina que el 100% de los resultados en esta sección son positivos.



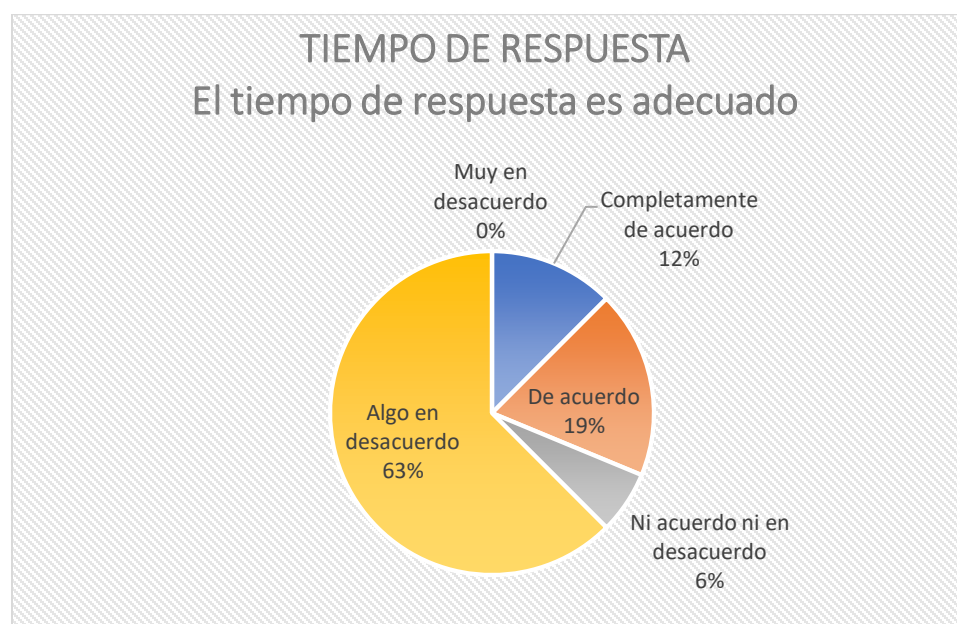
**Figura 76.** Resultados de Navegación



### 4.2.3 Tiempo de respuesta.

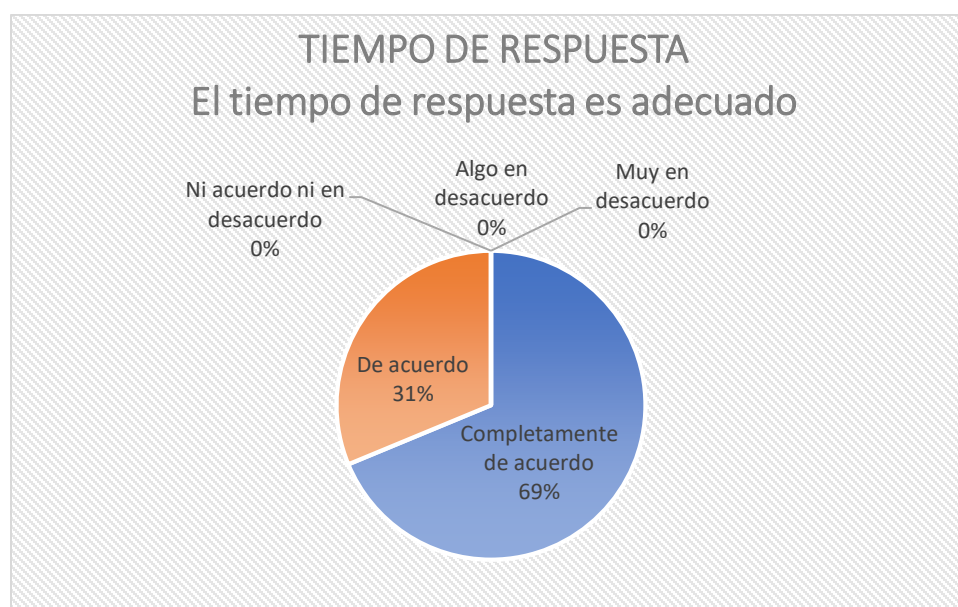
Se evalúa el criterio de los usuarios con respecto al tiempo de respuesta del sistema; es decir, el tiempo que tarda en iniciar y el tiempo que tarda en reconocer y ejecutar una orden desde el teclado o desde el control remoto. En esta sección se realizan pruebas por separado de Ginga y HbbTV debido a que sus tiempos de respuesta no son iguales.

La Figura 77 muestra los resultados para el sistema en Ginga, en donde se puede observar que el 12% de los usuarios están completamente de acuerdo con el tiempo de respuesta; por otra parte, el 19% está de acuerdo, el 6% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo y el 63% está algo en desacuerdo. Con esto se determina que solamente el 37% de los resultados en esta sección son positivos y el 63% negativos, y esto se debe a que al momento de iniciar el sistema se demora hasta 10 segundos en recuperar la información desde el servidor remoto.



**Figura 77.** Resultados Tiempo de Respuesta Ginga

La Figura 78 muestra los resultados para el sistema en HbbTV, en donde se puede observar que el 70% de los usuarios están completamente de acuerdo con el tiempo de respuesta; por otra parte, el 30% está de acuerdo, y las demás opciones obtuvieron el 0%. Con esto se determina que el 100% de los resultados en esta sección son positivos, y esto se debe a que HbbTV utiliza lenguajes de programación como HTML y JavaScript, los cuales permiten obtener de inmediato la información desde el servidor remoto.



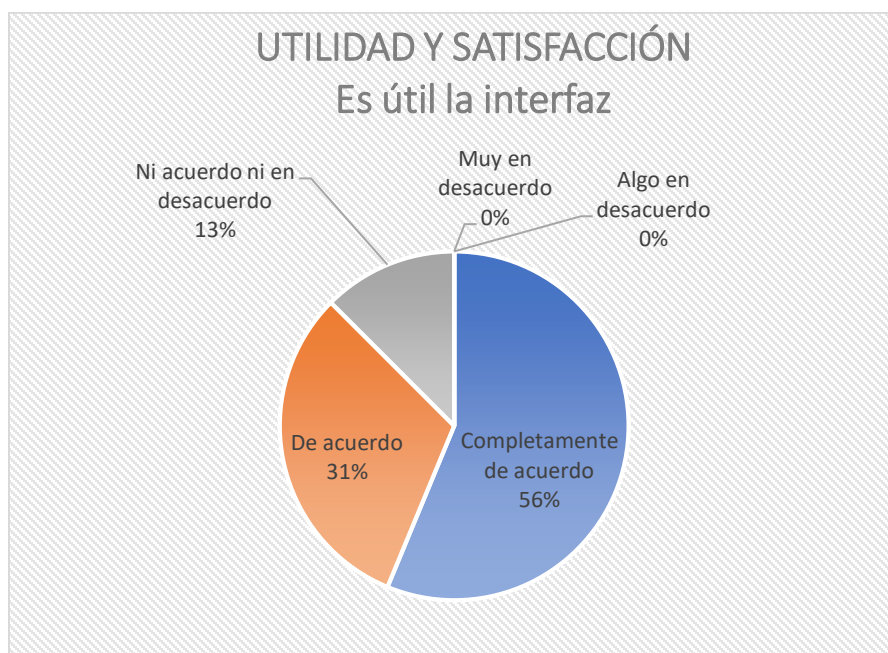
**Figura 78.** Tiempo de Respuesta HbbTV

#### 4.2.4 Utilidad y satisfacción.

Se evalúa la opinión de los usuarios con respecto a la importancia y utilidad del sistema, así como también el interés por utilizarlo nuevamente.

La Figura 79 muestra los resultados de esta sección, en donde se puede observar que el 56% de los usuarios están completamente de acuerdo con el tiempo de respuesta; por otra parte, el 31%

está de acuerdo, no está ni acuerdo ni en desacuerdo el 13%, y las demás opciones obtuvieron el 0%. Con esto se determina que el 100% de los resultados en esta sección son positivos, y esto se debe a que la mayor parte de usuarios encontraron de mucha importancia al sistema ya que permite encontrar la información meteorológica de una manera fácil de entender y de usar.



**Figura 79.** Resultados de Utilidad y Satisfacción

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Se desarrolló un sistema de monitoreo y pronóstico ambiental que funciona en los estándares latinoamericano y europeo, el cual recoge información de páginas web oficiales y las muestra de una manera interesante y fácil de entender para sus usuarios.

Se logró realizar consultas desde Ginga hacia un servidor remoto mediante scripts escritos en lenguaje Lua, debido a que el lenguaje NCL no permite realizar directamente este tipo de interacción; sin embargo, no será un script en lenguaje Lua puro ya que contiene los módulos *event* y *canvas*, y son considerados como archivos NCLua.

Se comprobó el correcto funcionamiento del sistema desarrollado para ambas plataformas. En el caso de HbbTV se utilizó el navegador Firefox y su plugin adicional HybridTvViewer y en el caso de Ginga se realizan pruebas en un STB Virtual con la ayuda de VMware, y en un STB real de marca EiTV para el estándar ISDB-Tb y que incluye el middleware Ginga.

Se comprobó que existen varias herramientas disponibles para realizar aplicaciones en HbbTV, pero ninguna es dedicada para esta tecnología; por otro lado, para Ginga existe un IDE dedicado para el desarrollo de aplicaciones, por ejemplo, Eclipse y Composer NCL.

El desarrollo de la TDT en América Latina está muy atrasado con respecto a Europa donde casi todos sus países ya cuentan con esta tecnología; y esto se debe a diversos motivos económicos, políticos y sociales de la región lo que ha llevado que cada vez se posterguen sus proyectos de transición hacia la TDT.

Con base a los resultados del análisis de usabilidad (Capítulo 4) se puede comprobar que el funcionamiento del sistema es intuitivo para los usuarios, así que no se necesita un manual de instrucciones, así como también su contenido y diseño es adecuado, pero se lo puede mejorar.

## 5.2 Recomendaciones

Para el correcto funcionamiento del sistema en HbbTV se recomienda utilizar el navegador Firefox con su plugin HybridTvViewer, debido a que no existe un plugin disponible para los demás navegadores que simule el funcionamiento de HbbTV, y por lo tanto se presentan algunos problemas como el dimensionamiento y reproducción de los elementos multimedia.

Para comprobar el correcto funcionamiento del sistema en Ginga se recomienda utilizar la máquina virtual VMware con el STB virtual de Ginga, debido a que es capaz de procesar los scripts NCLua para realizar las consultas a un servidor web; sin embargo, lo óptimo es realizar sus pruebas de funcionamiento con un decodificador real.

Se recomienda usar el IDE Eclipse para el desarrollo del sistema en Ginga y el software Visual Studio Code para HbbTV ya que son las herramientas más completas y las que ofrecen gran cantidad de funciones para facilitar su implementación, y en el caso de Eclipse ofrece la posibilidad de instalar plugins dedicados específicamente para el desarrollo de aplicaciones en Ginga.

Se recomienda tener conocimientos de nivel medio en lenguajes de programación como PHP, JavaScript, HTML y CSS, los cuales se utilizarán en el desarrollo del sistema para ambos estándares.

### 5.3 Trabajos Futuros

Se puede mejorar la interfaz gráfica del sistema desarrollado con un diseño más profesional cambiando sus colores, imágenes, etc. con el objetivo de mejorar la experiencia del usuario.

Extender el funcionamiento del sistema y mostrar la información meteorológica de todas las ciudades de Ecuador a través de un menú mostrado en la pantalla.

Ofrecer información adicional al usuario como por ejemplo los boletines diarios emitidos por el INAMHI o noticias de sus redes sociales. El objetivo de esto es buscar la manera de recopilar datos desde un archivo pdf de la web y mostrarlos en la pantalla de la TDT.

El trabajo más desafiante es aumentar las fuentes de donde se recopila la información; es decir ya no solamente desde la página web del INAMHI, sino recopilar datos de un sinnúmero de páginas web que ofrecen datos meteorológicos de la región y mediante Big Data manejar toda esta información. Además, mediante Machine Learning se puede hacer que el sistema cada vez tenga más exactitud con los datos presentados.

## REFERENCIAS

- Alulema D. (20 de Agosto de 2012). La Televisión Digital Terrestre en el Ecuador es interactiva. *Eídos*, 12-19. Recuperado el 20 de Abril de 2019, de <https://revistas.ute.edu.ec/index.php/eidos/article/view/89/83>
- ARCOTEL. (03 de septiembre de 2015). *ARCOTEL*. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2016/03/norma-television-digital-terrestre.pdf>
- Baños, G., & Escudero, C. (2016). *Analizar la Transmisión de One Seg de Televisión Digital Terrestre en la Plataforma Villageflow como Medio de Comunicación de Alerta Temprana ante Desastres Naturales Estimados por el COE en la Zona Tres del Ecuador*. Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/2805/1/UNACH-EC-IET-2016-0018.pdf>
- Blazquiz, C. (11 de Enero de 2016). *Closed Caption en ISDB-Tb*. Obtenido de VideoSwitch Digital Innovation: [http://www.videoswitch.tv/Folletos/VS\\_AN102.pdf](http://www.videoswitch.tv/Folletos/VS_AN102.pdf)
- Cajamarca, S., & Medina, E. (2014). *Estudio Técnico sobre la Implementación de una Estación de Radiodifusión por Internet para la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Calvopiña, K. (2018). *Guía de Compras en Ecuador Aplicada al Modelo B2C en Base a las Preferencias en las Redes Sociales*. Sangolquí. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14059/1/T-ESPE-057604.pdf>
- Chang, M., & Narváez, J. (Abril de 2015). *Implementación de un Software que Permita Integrar las Redes Sociales con la TV Digital en Tiempo Real para un Canal de Televisión Desarrollado en Ginga NCL*. Guayaquil. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10344/1/UPS-GT001266.pdf>
- Contreras, V. (27 de agosto de 2019). *Digital Policy & Law*. Obtenido de <https://digitalpolicylaw.com/asi-ha-avanzado-america-latina-en-la-migracion-a-la-television-digital/>
- Copara, H., & León, L. (2015). *Propuesta de un Modelo de Negocio Basado en el Desarrollo de Aplicaciones Interactivas para Televisión Digital Terrestre, Usando Software Libre GINGA*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- De Castro, M., Carrero, D., & Puente, L. (2011). Real-time subtitle synchronization in live television programs. *2011 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, (págs. 1-6). Nuremberg. doi:10.1109/BMSB.2011.5954889

- De Michele, R., & Furini, M. (2019). Viewer-Tailored Advertising for Video on Demand Platforms. *IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)*. Las Vegas: IEEE. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8651844>
- Enríquez, B., Villamarín, D., & Acosta, F. (2019). Design and Implementation of a Home Automation System with an Interactive Application for Digital Television Based on the Ginga Middleware. (M. Abásolo, T. Silva, & N. González, Edits.) *Iberoamerican Conference on Applications and Usability of Interactive TV, 1004*, 14-27. Obtenido de [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-23862-9\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-23862-9_2)
- Eslava, I. (2014). *Estudio del estándar de televisión digital interactiva HbbTV e implementación de aplicación final*. Pamplona: Universidad Pública de Navarra.
- Gallardo, D. (26 de Noviembre de 2012). *IBM*. Obtenido de <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/os-ecov/index.html>
- Gambín, J. (2012). *Desarrollo de un Servicio de Televisión Interactiva HbbTV según el estándar ETSI TS 102 796 v1.1.1*. Cartagena. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/60424434.pdf>
- García, A. (12 de Octubre de 2017). El Inamhi inauguró una estación meteorológica en el sur. *Últimas Noticias*. Obtenido de <https://www.ultimasnoticias.ec/las-ultimas/inamhi-inauguro-estacion-meteorologica-sur.html>
- Gernsbacher, M. A. (2015). Video Captions Benefit Everyone. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences 2*, 195-202. Obtenido de <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/2372732215602130>
- Granja, N. (2011). *Análisis del Transport Stream Para el Estándar de Televisión Digital ISDB-Tb*. Sangolquí. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4553/3/T-ESPE-032690.pdf>
- Güingla, R. M. (2017). *Estimación de indicadores de desinformación climática para el mejoramiento de la gestión de riesgos en el Ecuador*. Quito. Obtenido de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5817/1/PI-2017-10-Mart%C3%ADnez-Estimaci%C3%B3n%20de%20indicadores.pdf>
- Guzmán, J. (2018). *Diseño e Implementación de Aplicaciones Interactivas Basadas en Ginga-NCL para Televisión Digital Enfocadas en la Temática del Medio Ambiente*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19706/1/CD-9113.pdf>
- Haro, P. (2019). *Multi-Platform Interactive TV Template: Herramienta online para la generación de plantillas interactivas multiplataforma para televisión digital*. Sangolquí. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15775/1/T-ESPE-040407.pdf>



- Hernández, C. (2014). *Aplicación de Técnicas de Web Scraping al BOCyL*. Valladolid. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/5794/TFG-B.512.pdf;jsessionid=4EBE2D24A98D47AC4F041D5438F0AE6D?sequence=1>
- Holguín, H. (2010). *Levantamiento de Mediciones y Pruebas de Laboratorio para el Estándar de Televisión Digital DVB-T*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1892/1/CD-2806.pdf>
- Hybrid broadcast broadband TV. (2019). *HbbTV*. Obtenido de <https://www.hbbtv.org/>
- INAMHI. (2017). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- Inca, B., & Sánchez, V. (2016). *Implementación de un Servidor Linux para Administrar Contenidos Interactivos Basados en Ginga y Evaluar el Desempeño en la Facultad de Informática y Electrónica*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/6442/1/98T00131.pdf>
- Malhotra, N. (2004). *Investigación de Mercados. Un Enfoque Aplicado*. Atlacomulco: Pearson Education.
- Meza, F., Muñoz, J., & Silva, C. (Octubre de 2012). *TV Digital - Ginga NCL*. Obtenido de [https://tvdigitaluach.files.wordpress.com/2012/10/curso\\_1.pdf](https://tvdigitaluach.files.wordpress.com/2012/10/curso_1.pdf)
- MINTEL. (2017). *TDT Ecuador*. Obtenido de <https://tdtecuador.mintel.gob.ec/>
- MINTEL. (9 de julio de 2018). *Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2018/10/PLAN-MAESTRO-DE-TRANSICION-A-LA-TELEVISION-DIGITAL-TERRESTRE-2018-2021.pdf>
- Mitchell, R. (2013). *Instant Web Scraping with Java*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Morales, A. (2013). *Diseño de la Red para Interactividad en Televisión Digital Terrestre e IPTV en el Campus ESPE Sangolquí*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2645/1/T-ESPE-029824.pdf>
- Moreira, G., Keimel, C., Costa, L., Klaus, M., & Knorich, M. (2014). Analysis of Coexistence of Ginga and HbbTV in DVB and ISDB-Tb. *IEEE Fourth International Conference on Consumer Electronics Berlin* (págs. 83-87). Berlin: IEEE. doi:10.1109/ICCE-Berlin.2014.7034224
- Muñoz, J. (2015). *Estudio de Factibilidad para la Implementación de un Laboratorio de Televisión Digital Terrestre (TDT) para el Laboratorio de Networking en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20233/1/Tesis.pdf>

- Muñoz, T., & Sigüenza, L. (2012). *TV Digital Utilizando Middleware Ginga-NCL Aplicado a un Noticiero Digital*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Organización Meteorológica Mundial. (2019). *OMM*. Obtenido de <https://public.wmo.int/es/acerca-de-la-omm>
- rtve.es. (2019). *Botón Rojo rtve.es*. Obtenido de <http://www.rtve.es/television/boton-rojo/>
- Secretaría de Estado para el Avance Digital. (2012). *Televisión Digital-HbbTV*. Obtenido de <https://www.televisiondigital.gob.es/Paginas/Index.aspx>
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2016). *Sistema de Alerta Temprana (SAT) para Eventos de Tsunamis y Control de Represas*. Quito. Obtenido de <https://www.ecu911.gob.ec/wp-content/uploads/2018/04/Informe-Fase-1-Proyecto-SAT.pdf>
- Takashi, Y. (Junio de 2014). *Digital Broadcasting Expert Group (DiBEG)*. Obtenido de [https://www.dibeg.org/news/previous\\_doc/0706\\_3Argentina\\_ISDB-T\\_seminar/Argentina\\_ISDB-T\\_seminar\\_5\\_MUX\\_SI\(Spanish\)rev1.pdf](https://www.dibeg.org/news/previous_doc/0706_3Argentina_ISDB-T_seminar/Argentina_ISDB-T_seminar_5_MUX_SI(Spanish)rev1.pdf)
- Torres, J. (28 de junio de 2011). *Comunidad Ginga Ecuador*. Obtenido de <http://comunidadgingaec.blogspot.com/2011/06/middleware-ginga.html>
- Valencia J., B. I. (Julio de 2013). Desarrollo de Aplicaciones Interactivas para TV Digital orientadas a formar a la Población en Desastres Naturales. *Revista Politécnica*, 32(2), 78-86. Recuperado el 20 de Abril de 2019, de [https://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/55/pdf](https://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/55/pdf)
- Villamarín, D. (2014). *Estudio Comparativo y de Integración para las Plataformas de Televisión Interactiva Europea HbbTV y Latinoamericano Ginga*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación.

**ANEXOS**