UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

PROYECTO FIN DE CARRERA

ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE SALUD BASADO EN DHIS2 EN PARAGUAY

AUTOR: D. VÍCTOR GARCÍA GIGANTO

TUTOR: D. IGNACIO PRIETO EGIDO

PONENTE: D. CARLOS DEL CAÑIZO NADAL

TRIBUNAL:

PRESIDENTE: D. MANUEL LAMBEA OLGADO

VOCAL: D. MANUEL SIERRA CASTAÑER

SECRETARIO: D. CARLOS DEL CAÑIZO NADAL

SUPLENTE: Dª. MARÍA JESÚS LEDESMA CARBAYO

Fecha de lectura:

Calificación:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN

PROYECTO FIN DE CARRERA

ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE SALUD BASADO EN DHIS2 EN PARAGUAY

VÍCTOR GARCÍA GIGANTO

2013

Agradecimientos

A todos los que me ayudaron en mi tiempo en Paraguay, desde la familia que me acogió como si fuese uno más hasta todos los trabajadores de la DGVS, especialmente a los informáticos. Si me sentí como en casa a pesar de estar tan lejos fue gracias a vosotros.

A la Fundación EHAS, que me ofreció la oportunidad de terminar la carrera de esta manera.

A la Universidad Politécnica de Madrid, que hizo posible mi estancia allí. Y, más en general, al sistema de educación ***pública****, gracias al cual he podido formarme como ingeniero. Espero que siga formando profesionales por mucho tiempo.*

Por último, a mi familia, amigos y compañeros. Gracias.

Resumen

El estudio de viabilidad realizado en este proyecto fin de carrera constituye uno más de los muchos que ya se han elaborado para adaptar la herramienta DHIS2 al contexto concreto de un país, y se apoya en toda la experiencia previa acumulada a lo largo de los años en países de Asia, África y, más recientemente, América Latina. DHIS2 es software libre y cuenta con una comunidad de usuarios muy activa repartida por todo el mundo.

El objetivo de este proyecto es la realización de un estudio de viabilidad técnica e institucional para implementar el software DHIS2 como sistema de información sanitaria de la Dirección General de Vigilancia en Salud de Paraguay. Para realizar el estudio primero se analizará en profundidad la herramienta DHIS2 para conocer lo que se puede hacer y lo que no; luego se estudiará el sistema de información utilizado actualmente en la DGVS identificando los flujos de datos; y finalmente se implementará una demostración de DHIS2 adaptada a la DGVS.

El sistema de información de la DGVS está basado en el envío de fichas de notificación, las cuales son almacenadas y analizadas mediante hojas de cálculo MS Excel. El uso de estas hojas como base de datos puede provocar problemas de inconsistencia y duplicidad en los datos, y se vuelve inmanejable cuando el volumen es muy grande. Por otro lado, rellenar las fichas de notificación de manera manual genera un gran número de errores debido a letra ilegible, problema considerado como uno de los principales por el personal de la DGVS. En este contexto, un sistema de información como DHIS2 podría mejorar y hacer más eficiente todo el proceso de recogida, almacenamiento, análisis y presentación de los datos.

El análisis del flujo de datos se realiza mediante la elección de tres fichas de notificación, las cuales servirán de elemento conductor a lo largo de todo el recorrido: Síndromes Febriles Agudos e Infecciones Respiratorias Agudas como fichas individuales y la Planilla Semanal de Notificación Obligatoria como ficha agregada. A continuación se configura DHIS2 para implementar una demostración que incluya las tres fichas anteriores, la cual será utilizada para realizar pruebas de funcionamiento y organizar talleres de formación con el personal de la DGVS.

Luego se comprueba que DHIS2 cumple las normas establecidas por el MSPyBS para poder integrarse dentro del sistema de información global y ser compatible con el resto de subsistemas que componen el MSPyBS. También se consigue la integración a DHIS2 del histórico de datos de la DGVS.

La valoración general de DHIS2 como sistema de información para la DGVS es muy positiva, si bien se han detectado dos condicionantes importantes que marcarán su éxito. Desde el punto de vista técnico, la baja conectividad a Internet existente en Paraguay puede dificultar su correcto funcionamiento. La buena noticia es que el Ministerio, por un lado, prevé mejorar el acceso en el corto plazo y DHIS2, por otro, planea potenciar el soporte para trabajar con cortes en la conexión. Desde le punto de vista institucional, todo quedará condicionado a la voluntad de la dirección de la DGVS para dar apoyo y favorecer el uso de esta aplicación.

Palabras clave: Sistema de Información Sanitario, DHIS2, Dirección General de Vigilancia de la Salud, Paraguay, software libre.

Índice general

I INTRODUCCIÓN **1**

1. Presentación **3**
1.1. Motivación . . . 3
1.2. Estructura del documento . . . 3
1.3. Actores involucrados . . . 5

2. Contexto **7**
2.1. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en países en desarrollo . . . 7
2.2. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Salud . . . 9
2.2.1. Los Sistemas de Información en Salud . . . 11
2.2.2. Opciones de SIS . . . 12
2.3. El Sistema de Salud en Paraguay . . . 13
2.3.1. Descripción del país . . . 13
2.3.2. Descripción del Sistema Sanitario en Paraguay . . . 14
2.3.3. Antecedentes del SIS en Paraguay . . . 15

3. Objetivos **19**

II METODOLOGÍA **21**

4. Materiales y Métodos **23**
4.1. Obtención de la información . . . 23
4.2. Realización del estudio . . . 24
4.2.1. Estudio del Sistema de Información Sanitaria DHIS2 . . . 24
4.2.2. Estudio del Sistema de Información en la DGVS . . . 25
4.2.3. Adaptación de DHIS2 al contexto de la DGVS . . . 25
4.2.4. Difusión de DHIS2 . . . 26

III RESULTADOS **27**

5. Análisis del Sistema de Información Sanitaria DHIS2 **29**
5.1. Descripción General . . . 29
5.2. Jerarquía de establecimientos . . . 31
5.3. Datos Agregados . . . 32
5.3.1. Definición de elemento de datos . . . 33
5.3.2. Periodo . . . 34
5.3.3. Set de datos y formularios . . . 34

5.3.4. Indicadores . . . 35
5.3.5. Entrada de datos . . . 36
5.3.6. Almacenamiento de datos . . . 37
5.3.7. Análisis de datos . . . 38
5.4. Datos individuales . . . 41
5.4.1. Definición de paciente . . . 41
5.4.2. Definición de programas . . . 41
5.4.3. Entrada de datos . . . 42
5.4.4. Visualización de datos . . . 43
5.4.5. Agregación . . . 43
5.5. Otras características . . . 44
5.5.1. Roles y usuarios . . . 44
5.5.2. Web API . . . 45

6. Estudio del Sistema de Información en la DGVS 47
6.1. Situación del SIS en la DGVS . . . 47
6.2. Identificación del flujo de datos . . . 48
6.2.1. Planilla de Notificación Semanal Obligatoria . . . 49
6.2.2. Ficha Notificación Síndromes Febriles Agudos . . . 50
6.2.3. Ficha Notificación Infecciones Respiratorias Agudas Graves . . . 51
6.3. Problemas principales del Sistema de Información . . . 52
6.4. Software en desarrollo . . . 53
6.4.1. Estudio del software SIDGVS . . . 53
6.4.2. Sistema de vigilancia epidemiológica comunitaria Bonis . . . 55

7. Adaptación de DHIS2 a la DGVS 59
7.1. Configuración inicial . . . 59
7.2. Planilla Semanal de Notificación Obligatoria . . . 63
7.2.1. Configuración del programa . . . 64
7.2.2. Análisis de datos . . . 66
7.3. Notificación Síndromes Febriles Agudos . . . 69
7.3.1. Configuración del programa . . . 70
7.3.2. Agregación . . . 72
7.3.3. Análisis de datos . . . 74
7.4. Notificación Infecciones Respiratorias Agudas Graves . . . 75
7.4.1. Configuración del programa . . . 76
7.4.2. Agregación . . . 77
7.4.3. Análisis de datos . . . 78
7.5. Configuración de alertas . . . 79
7.5.1. Alertas referidas a un elemento de datos y a una unidad organizativa . . . 80
7.5.2. Alertas con varios elementos de dato o varias unidades organizativas . . . 82
7.5.3. Automatización de las alertas . . . 85
7.6. DHIS2 en el contexto . . . 86
7.6.1. Compatibilidad respecto a la iniciativa SINAIS . . . 86
7.6.2. DHIS2 y el software propio SIDGVS . . . 87
7.6.3. Compatibilidad con el histórico de datos . . . 89
7.6.4. Integración con la iniciativa BONIS . . . 92

IV CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO 93

8. Conclusiones 95

9. Trabajo futuro **97**

V ANEXOS **99**

A. Guía del adaptador de datos agregados **101**
A.1. Ejemplo de uso 101
A.2. Descripción del programa 106

B. Guía del adaptador de datos individuales **109**
B.1. Ejemplo de uso 109
B.2. Descripción del programa 114
B.3. Limitaciones 115

Índice de figuras

2.1. Vínculos entre la tecnología y el Desarrollo Humano 8

5.1. Flujo de datos en DHIS2 30
5.2. Unidades organizativas: jerarquía de ejemplo 32
5.3. Grupos de unidades organizativas: jerarquía de ejemplo 32
5.4. Almacenamiento de datos en DHIS 2 37
5.5. Visualizador de datos: gráfico de ejemplo 39

6.1. Ficha de Notificación Síndromes Febriles Agudos 57
6.2. Ficha de Notificación Infecciones Respiratorias Agudas Graves 58

7.1. Niveles de la Jerarquía de Unidades Organizativas 61
7.2. Jerarquía de establecimientos de salud de Paraguay 62
7.3. Módulo SIG vacío 63
7.4. Formulario entrada Planilla Semanal de Notificación Obligatoria (parcial) 65
7.5. Visualizador de datos: casos Dengue semanales en Paraguay 67
7.6. Tabla dinámica: PSNO Enero 2012 68
7.7. SIG: casos de Dengue en la semana 12 de 2012 68
7.8. Informe estándar: casos de Dengue frente a Información climatológica 69
7.9. Síndromes Febriles Agudos: set de opciones visto en el formulario 72
7.10. Síndromes Febriles Agudos: resultado de la agregación 73
7.11. Síndromes Febriles Agudos: formulario de entrada (parcial) 74
7.12. Síndromes Febriles Agudos: visualizador de datos 75
7.13. Síndromes Febriles Agudos: informe estándar 75
7.14. Infecciones Respiratorias Agudas Graves: formulario de entrada (parcial) 78
7.15. Infecciones Respiratorias Agudas Graves: distribución de grupos etarios 80
7.16. Infecciones Respiratorias Agudas Graves: distribución de virus 80
7.17. Creación de alertas: esquema 81
7.18. Alerta: mensaje en bandeja de entrada 85
7.19. Alerta: visualización del mensaje 85
7.20. Integración con Bonis: esquema general 92

A.1. Adaptador de datos agregados: esquema general 102
A.2. Adaptador de datos agregados: diagrama de flujo (parte 1) 107
A.3. Adaptador de datos agregados: diagrama de flujo (parte 2) 108

B.1. Adaptador de datos individuales: flujo ejecución (parte 1) 115
B.2. Adaptador de datos individuales: flujo ejecución (parte 2) 116

Índice de tablas

5.1. Agregación: registros individuales de ejemplo 44
5.2. Agregación: ordenes de agregación de ejemplo 44
5.3. Agregación: resultado de agregación de ejemplo 44

6.1. Enfermedades de notificación de casos nuevos 50
6.2. Enfermedades de notificación obligatoria inmediata y semanal 50

7.1. Instalación de DHIS2: componentes 60
7.2. Definición de tipos de indicadores 63
7.3. Tabla de Informe: casos de Dengue e información climatológica 69
7.4. Síndromes Febriles Agudos: datos personales 71
7.5. Síndromes Febriles Agudos: set de opciones (Elementos de dato) 71
7.6. Síndromes Febriles Agudos: órdenes de agregación 73
7.7. Infecciones Respiratorias Agudas Graves: datos personales 77
7.8. Infecciones Respiratorias Agudas Graves: set de opciones (Elementos de dato) . . . 77
7.9. Infecciones Respiratorias Agudas Graves: órdenes de agregación semanales 79
7.10. Infecciones Respiratorias Agudas Graves: órdenes de agregación anuales 79

A.1. Formato de periodos en DHIS2 104

Lista de Acrónimos

AECID Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

DGVS Dirección General de Vigilancia de la Salud.

DHIS2 District Health Information Software 2.

DIGIES Dirección General de Información Estratégica en Salud.

EHAS Enlace Hispano Americano de la Salud.

HISP Health Information Systems Programme.

IDH Índice de Desarrollo Humano.

IICS Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud.

IPS Instituto de Previsión Social.

IRAG Infección Respiratoria Aguda Grave.

MSPyBS Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social.

NORAD Norwegian Agency for Development Cooperation.

PSNO Planilla Semanal de Notificación Obligatoria.

SIG Sistema de Información Geográfica.

SINAIS Sistema Nacional de Información en Salud.

SIS Sistema de Información en Salud.

SL Software Libre.

SNIES Sistema Nacional de Información Estratégica en Salud.

TIC Tecnologías de la Información y la Comunicación.

TpDH Tecnologías para el Desarrollo Humano.

UGD Unidad de Gestión de Datos.

UNA Universidad Nacional de Asunción.

UPM Universidad Politécnica de Madrid.

Parte I

INTRODUCCIÓN

1 Presentación

1.1. Motivación

El área de las Tecnologías de la Información y la Comunicación es una de las áreas de investigación más activas y prometedoras actualmente. Por lo general se suele relacionar con una gran actividad económica o con el desarrollo de tecnología puntera que cambia por completo nuestro estilo de vida. Pero no se debe olvidar cuál sigue siendo su propósito, "comunicar". Una solución simple, debidamente adaptada, puede cambiar de manera determinante la vida de los países en desarrollo.

El sector salud tiene un papel clave dentro del desarrollo de un país, ya que afecta directamente a la calidad de vida de las personas y su productividad. En este ámbito, las TIC tienen un gran potencial para conseguir mejoras significativas en el acceso y la calidad de la atención sanitaria de un país. Dentro de las aplicaciones que pueden tener las TIC en salud se encuentran los Sistemas de Información Sanitaria.

El "District Health Information Software 2" (DHIS2) es un software desarrollado por el "Health Information Systems Programme" (HISP) que busca ofrecer una herramienta genérica de código abierto para servir de Sistema de Información Sanitaria en cualquier país o institución del mundo, aunque más enfocada a los países en desarrollo. El grupo HISP tiene un acuerdo de colaboración con la fundación Enlace Hispano Americano de la Salud para la utilización de este software en sus proyetos de cooperación.

Gracias al interés mostrado por la Dirección General de Vigilancia de la Salud y expresado en forma de carta al grupo HISP/EHAS, en el verano de 2012 se inició un convenio para valorar la posibilidad de utilizar DHIS2 en esta institución. La primera fase del convenio consistiría en elaborar un estudio de viabilidad técnica e institucional que analizase los flujos de información dentro de la DGVS, los principales problemas existentes y que valorase la idoneidad de implementar DHIS2 en ese contexto. Es de este modo como se da origen y sentido a la realización de este Proyecto Fin de Carrera.

1.2. Estructura del documento

El documento tiene la siguiente estructura:

- **Capítulo 1: Presentación.** Introduce este Proyecto Fin de Carrera. Explica la motiva-

ción que ha existido para llevarlo a cabo y describe los actores que han participado en su realización.

- **Capítulo 2: Contexto.** Da una breve introducción al papel y la importancia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en los países en desarrollo. Luego se centra en la utilización de las TIC en el sector salud, y más en concreto en la implantación de Sistemas de Información en Salud (SIS). Finalmente describe la situación del Sistema Nacional de Salud de Paraguay, explicando por último la historia y situación actual de su Sistemas de Información en Salud.

- **Capítulo 3: Objetivo.** Explica los antecedentes que han dado lugar a este proyecto y el objetivo del mismo.

- **Capítulo 4: Materiales y métodos.** Describe las fuentes de las que se ha obtenido la información del estudio, los recursos que se han empleado para ello y el proceso que ha guiado la elaboración de este PFC.

- **Capítulo 5: Análisis del Sistema de Información Sanitaria DHIS2.** Proporciona una idea general de lo que es el software y de las funciones que puede desempeñar. Los datos que maneja DHIS2 están clasificados en dos tipos, agregados e individuales, y está clasificación marcará la estructura del capítulo: por un lado explica el flujo de datos agregados, por otro el de los datos individuales, y finalmente detalla la manera mediante la cual se relacionan.

- **Capítulo 6: Estudio del Sistema de Información de la DGVS.** Describe la manera en la que la Dirección General de Vigilancia en Salud realiza el tratamiento de la información actualmente. Se escogerán tres de los muchos programas de salud que están a cargo en la DGVS para utilizarlos como hilo conductor a través de todo el recorrido del flujo de datos. Por último describe algunos softwares que están en desarrollo y que influyen en el flujo de la información.

- **Capítulo 7: Adaptación de DHIS2 a la DGVS.** Trata de la adaptación de la herramienta DHIS2 estudiada en el capítulo 5 al contexto de la DGVS. Comienza con la descripción de la configuración inicial, luego pasa a la configuración específica de cada uno de los tres programas de salud escogidos y finalmente analiza la situación de DHIS2 en el contexto: compatibilidad con el sistema de información general del MSPyBS, importación del histórico de datos de la DGVS e integración con las herramientas software en desarrollo.

- **Capítulo 8: Conclusiones.** Discute los resultados que se han obtenido y valora la viabilidad de implementar DHIS2 como Sistema de Información en Salud de la DGVS.

- **Capítulo 9: Trabajo futuro.** Vislumbra las líneas de acción que deberían llevarse a cabo tras la realización de este PFC para mejorar de manera efectiva el SIS de la DGVS.

- **Anexo A. Guía del adaptador de datos agregados.** Contiene un manual de uso del software que se ha desarrollado en este PFC para realizar la importación a DHIS2 del histórico de datos agregados de la DGVS partiendo de documentos de MS Excel. También describe de forma detallada el funcionamiento interno del programa.

- **Anexo B. Guía del adaptador de datos individuales.** Consiste en una guía similar a la del Anexo A pero para el caso de importación de datos individuales. Este proceso es muy diferente a la importación de datos agregados debido a las características propias de DHIS2. También explica al final las principales limitaciones del software.

- **Anexo CD.** Contiene los siguientes ficheros: base de datos de DHIS2 configurada con las características principales de la DGVS y con los tres programas de salud escogidos (el fichero *dhis2_dgvs.backup* contiene la base de datos vacía, el fichero *dhis2_dgvs_con_datos.backup* contiene también los datos importados que se han utilizado como prueba durante la realización

del PFC); scripts en Perl utilizados para la configuración de alertas tomando como fuente los datos de DHIS2 (fichero *alertas.zip*); programa para la importación de datos agregados (fichero *AggregatedDataExcelAdapter.zip*); y programa para la importación de datos individuales (fichero *IndividualDataExcelAdapter.zip*).

1.3. Actores involucrados

Programa HISP

El Health Information Systems Programme (HISP) [1] es una red colaborativa norte-sur que busca mejorar la atención sanitaria de los países en vías de desarrollo mediante la investigación y la implantación de Sistemas de Información Sanitaria. Su núcleo de trabajo es el software "District Health Information Software 2 (DHIS2)" (Sistema de Información de Salud basado en Distritos), utilizado en más de 30 países de África, Asia, América Latina y el Pacífico Sur.

HISP tiene su origen en un acuerdo de investigación y desarrollo entre la Universidad de Oslo (Noruega) y la Universidad de Ciudad del Cabo (Sudáfrica) establecido en 1994, año de entrada de la democracia en Sudáfrica. Fue uno de los varios programas que se iniciaron con el objetivo de reformar el sistema sanitario nacional, sistema que durante la época del apartheid estaba dividido en regiones sanitarias según las razas. En 1996 el programa recibió apoyo de la Norwegian Agency for Development Cooperation (NORAD) para la implementación de un proyecto piloto en tres distritos del área de Ciudad del Cabo. En ellos se diseñó un conjunto mínimo de datos formado únicamente por aquellos datos de los que se pueda sacar información relevante de cara a la acción, y evitando recoger datos inútiles que solamente complican el proceso de recogida.

El programa HISP nació dentro de la comunidad académica y, por tanto, está orientado a la investigación-acción. La metodología de HISP consiste en incluir en el proceso de investigación a todas las personas que van a estar involucradas de algún modo en las etapas de diseño, desarrollo o implementación del sistema. La intención con esto es construir un sistema que esté más de acorde a las necesidades de los usuarios y crear un sentimiento de propiedad en ellos, facilitando de este modo la aceptación del sistema. El empoderamiento es uno de los pilares fundamentales de HISP: a través de entrenamiento sobre recogida y análisis de datos se pretende empoderar al personal sanitario local para que pueda ofrecer un mejor servicio sanitario. Este método de trabajo ha sido determinante en el éxito de esta iniciativa.

Fundación EHAS

La fundación Enlace Hispano Americano de la Salud (EHAS) tiene su origen en un programa conjunto establecido en el año 1997 entre la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y la ONG Ingeniería Sin Fronteras – Asociación para el Desarrollo Humano (actualmente denominada ONGAWA), cuando un grupo de estudiantes de ONGAWA y del Grupo de Bioingeniería y Telemedicina (GBT) de la UPM iniciaron unos trabajos de investigación orientados al diseño de sistemas y servicios de comunicación adecuados a las necesidades de salud de las zonas rurales aisladas de América Latina.

Los primeros trabajos se iniciaron en Perú, y contó con la colaboración de dos instituciones locales de Lima: la Facultad de Telecomunicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) como contraparte tecnológica y la Facultad de Medicina de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH) como contraparte médica. Se inician así los primeros proyectos en la

Amazonía Peruana y en la región Andina con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

En el año 2004 se establece como Fundación, lo cual favorece su integración en la comunidad científica. Participan en foros internacionales en los que difunden el trabajo realizado y apoyan en el ámbito de la Educación para el Desarrollo, fomentando la realización de trabajos académicos en la forma de Proyectos Fin de Carrera o Máster y Tesis Doctorales.

DGVS (MSPyBS)

La Dirección General de Vigilancia de la Salud (DGVS), dependiente del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPyBS) de Paraguay, tiene como misión "desarrollar los procesos de vigilancia, control e investigación en salud colectiva para preservarla y reducir los riesgos de enfermar asociados a los determinantes de salud" [2]. Realiza vigilancia de enfermedades transmisibles y no transmisibles, y busca ofrecer información permanente para apoyar la toma de decisiones y la ejecución de acciones de prevención y control. Cuenta con una unidad epidemiológica en cada una de las 19 regiones sanitarias en que se divide el país.

Su principal medio de difusión es el "Boletín Epidemiológico", publicación semanal que muestra la situación epidemiológica de los eventos bajo vigilancia. Incluye un resumen de los eventos de notificación obligatoria y suele hacer especial hincapié en la situación del dengue, que es la preocupación principal de la DGVS.

IICS (UNA)

El Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud (IICS), creado el 8 de Julio de 1980, es una institución dependiente de la Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica del Rectorado de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). Su misión, "generamos investigación, innovamos nuestros servicios y promovemos la formación científica en SALUD y OTRAS áreas prioritarias del país" [3].

El IICS orienta sus líneas de investigación a dar soluciones a los problemas prioritarios de salud del país, reforzando la vigilancia nacional y regional de las enfermedades transmisibles, mejorando el conocimiento, diagnóstico e investigación de brotes o detectando tempranamente patógenos emergentes y re-emergentes. En los últimos años ha desarrollado otras líneas adicionales de innovación en el campo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), como la telemedicina, el apoyo a la trabajos de vigilancia de la salud o el desarrollo de un campus virtual en la UNA.

Durante sus 32 años de existencia ha acumulado una gran experiencia en el ámbito de la cooperación internacional, lo cual permitió su crecimiento y desarrollo como institución y la consolidación de un núcleo de investigadores. Entre las organizaciones e instituciones que están contribuyendo actualmente con financiamiento o apoyo profesional en los proyectos del IICS se encuentran varias españolas: el Instituto Catalá de Oncología (ICO), la Universidad del País Vasco (UPV) y la AECID.

2 Contexto

2.1. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en países en desarrollo

Las últimas décadas se han caracterizado por el rápido desarrollo que la tecnología ha experimentado a nivel global, aunque principalmente en los países más desarrollados. Esto ha venido acompañado de un gran desarrollo económico, ya que son dos procesos que se realimentan y se fortalecen el uno al otro. La relación entre tecnología y desarrollo económico puede considerarse, de manera general, directa.

No obstante, ni uno ni otro deben ser considerados como fines en sí mismos, sino más bien como medios para lograr mejorar un fin mayor: el Desarrollo Humano de las personas. Esta relación, desafortunadamente, ha demostrado no ser tan directa como la anterior, ya que son numerosos los casos en los que el desarrollo económico de un país no solo no favorece el Desarrollo Humano sino que incluso puede contribuir a empeorarlo, generando, por ejemplo, mayores desigualdades sociales dentro del país o creando nuevas dependencias Norte-Sur. El desarrollo tecnológico, por tanto, no debe estar guiado únicamente por intereses económicos sino buscar la manera de contribuir al bienestar de las personas. Es aquí donde aparece la idea de Tecnologías para el Desarrollo Humano (TpDH) como orientación del proceso de avance tecnológico a la promoción del Desarrollo Humano.

El caso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es algo diferente ya que no pueden favorecer directamente ningún aspecto relacionado con el desarrollo humano (exceptuando la necesidad social de acceso al conocimiento). El efecto que tiene el uso de las TIC en la sociedad es un efecto indirecto. Los países que utilizan las TIC no se benefician por el mero hecho de utilizarlas, sino por las mejoras que pueden ver en sus actividades: publicación de documentos e informes, trámites burocráticos, recogida y análisis de información,... Las TIC no pueden ser entendidas como un objetivo de desarrollo en sí mismo, sino como como un medio para conseguirlo [4]. Son una herramienta transversal con un gran potencial para lograr cambios significativos en la sociedad.

Tecnología apropiada

La idea de "Tecnología apropiada" nació en la década de los 60 debido a los numerosos fracasos en proyectos de cooperación, los cuales frecuentemente se fundamentaban en aplicar directamente en los países en desarrollo las soluciones tecnológicas que funcionaban en países desarrollados. El éxito de la idea de "Tecnología apropiada" está comprobado tras décadas de proyectos de cooperación para el desarrollo.

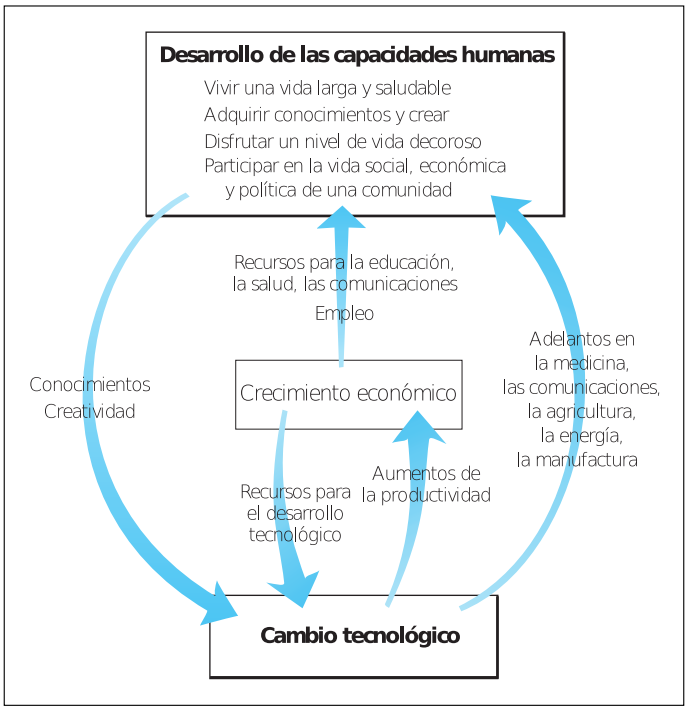


Figura 2.1: Vínculos entre la tecnología y el Desarrollo Humano. Fuente: Informe PNUD 2011

De un modo general, la experiencia marca que una "tecnología apropiada" debe cumplir las siguientes características:

- Respeto por las tradiciones locales, técnicas y culturales
- Sostenibilidad económica y social
- Sostenibilidad medioambiental
- Consideración de las capacidades endógenas

Se puede decir, por tanto, que una tecnología es apropiada únicamente para un determinado contexto. Se busca que la tecnología utilizada sea apropiable por parte de la comunidad usuaria final, ya que el éxito del proyecto dependerá en gran medida de que los usuarios finales acepten la solución tecnológica y desarrollen las capacidades necesarias para utilizarla y mantenerla en el largo plazo.

En el caso concreto de las TIC se pueden considerar algunas cuestiones adicionales relativas al hardware y al software utilizados:

- Hardware: a la hora de diseñar una solución debe tenerse en cuenta el coste de adquisición y, sobre todo, el coste de mantenimiento del hardware utilizado. Es importante que el hardware sea robusto y se adapte a las condiciones concretas de la región, como pueden ser alta humedad, altas temperaturas o lluvias fuertes. La aparición de una avería en el hardware suele llevar asociado un coste de reparación muy alto ya que las zonas rurales por lo general no disponen de los recursos necesarios para repararla y se requiere que un técnico especializado se desplace a esa región.

- Software: el uso del software suele estar ligado habitualmente al pago de licencias para su uso. Este es el caso del software propietario, en el que la compañía desarrolladora impone unos altos costes para poder utilizar su producto. Estos costes no son asumibles en muchos casos por los países en desarrollo, y pueden poner en riesgo el éxito de los proyectos de cooperación. Frente al uso de software propietario existe la alternativa de utilizar Software Libre (SL). Para que un software se pueda considerar libre debe cumplir las cuatro libertades definidas por la Free Software Foundation:

  1. La libertad de usar el programa, con cualquier propósito.
  2. La libertad de estudiar cómo funciona el programa y modificarlo, adaptándolo a tus necesidades.
  3. La libertad de distribuir copias del programa, con lo cual puedes ayudar a tu prójimo.
  4. La libertad de mejorar el programa y hacer públicas esas mejoras a los demás, de modo que toda la comunidad se beneficie.

  El uso de software libre tiene bastantes ventajas, como que los costes de adquisición son nulos, que los programas pueden ser modificados para adaptarlos a cada situación concreta o que la seguridad de la información es mayor ya que el acceso libre al código fuente permite que cualquier usuario pueda detectar fallos. Pero también existen algunas desventajas, como que los técnicos y usuarios habitualmente tienen mayor formación en el uso de software propietario, que las aplicaciones de software libre a veces no son muy amigables y producen fallos con más frecuencia o que su distribución y actualización suele estar muy ligada a la descarga de archivos desde repositorios de Internet, lo cual es un problema en las zonas rurales aisladas.

2.2. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Salud

El sector salud es uno de los pilares fundamentales sobre los que se asienta el desarrollo de un país. La Declaración del Milenio, aprobada en la Cumbre del Milenio en Septiembre del año 2000, establece una lista de ocho objetivos de desarrollo conocidos como Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). De ellos, tres hacen referencia directa a temas relacionados con la salud: el objetivo 4 está orientado a reducir la mortalidad infantil, el objetivo 5 busca reducir la mortalidad infantil y el objetivo 6 está enfocado a combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades. La mejora en salud es además primordial para el avance en la consecución del resto de objetivos.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han estado integrándose progresivamente durante los últimos años en las acciones de cooperación para el desarrollo, y más en concreto en acciones relacionadas con el sector salud. Tienen un gran potencial para conseguir mejoras significativas, aunque de manera indirecta, en la salud de las personas. No obstante, la integración de las TIC en las acciones de cooperación no es algo para nada inmediato debido a que las grandes diferencias de infraestructura de telecomunicaciones, de recursos humanos para el uso de las TIC y de necesidades de conocimiento e información entre los países desarrollados y los países en desarrollo hacen que, por lo general, las opciones apropiadas para un contexto no lo sean para otro. La integración eficiente de las TIC con impactos positivos en las acciones de cooperación sigue siendo un tema de debate [5].

Con la incorporación de las TIC en el sector de la salud aparece el término de e-salud o telesalud [6]:

> "la e-salud se refiere a todas las actividades orientadas a facilitar la entrega de información y servicios sanitarios mediante el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. En un sentido más amplio, el término no caracteriza únicamente al desarrollo tecnológico, sino a una nueva manera de trabajar, con un pensamiento más global e interconectado, que busca mejorar la atención sanitaria en todos los niveles"

A menudo se utilizan los términos telemedicina y telesalud como sinónimos para hacer referencia a las actividades de salud en que intervienen las TIC, pero es interesante matizar que la telesalud es un término más general con un alcance tan amplio como lo es la propia salud. La telemedicina estaría englobada como una parte más de la telesalud.

Dentro del término telesalud podemos encontrar [7]:

- productos, como un medidor que controle de manera constante la presión arterial de pacientes hospitalizados
- sistemas, como un sistema de de cirugía asistida por ordenador
- servicios, como unidades de cuidado intensivo con instrumentos interconectados para asegurar la vigilancia continua de los pacientes; o como servicios de prescripción de medicamentos asistidos por ordenador, en el que se comprueben incompatibilidades de manera automática; o como servicios de información para pacientes, incluyendo registros electrónicos de historia clínica

La dificultad de la telesalud en entornos rurales

La aparición y el rápido desarrollo de productos, sistemas y servicios de telesalud pronto han sido entendidos como la única solución factible para acercar la medicina moderna a aquellos lugares que no están dentro de la red sanitaria del país debido a su aislamiento o su difícil acceso, típicamente zonas rurales de países en desarrollo.

Sin embargo, la experiencia no ha podido demostrar aún de un modo claro que la telesalud pueda proporcionar soluciones efectivas y sostenibles en los países desarrollados [8]. La realidad de estos países, muy diferente de los países desarrollados en los que sí ha quedado demostrada la efectividad de la telesalud, requiere que las soluciones de telesalud sean adaptadas a cada escenario y no sean una simple exportación de lo que funciona en los países desarrollados.

Algunas de las características principales de las zonas rurales de países en desarrollo son las siguientes:

- El personal sanitario de las zonas rurales suele ser joven, con poca experiencia, y con una alta rotación. Muchos abandonan estas zonas cuando tienen oportunidad para buscar un futuro profesional en las áreas urbanas. El conocimiento sobre el uso del ordenador suele ser muy bajo.
- El acceso a los establecimientos de salud puede ser complicado ya que a menudo están fuera de las rutas principales del país. Estos establecimientos no suelen contar con ordenador, y la infraestructura de telecomunicación es muy escasa o inexistente.
- Los sistemas de información están basados en el papel. El personal sanitario rellena manualmente los formularios, que luego tendrán que ser enviados físicamente a los niveles superiores

de la jerarquía, lo cual genera grandes costes de envío. Puede haber problemas debido a la ilegibilidad de la letra o la inconsistencia de los datos, ya que muchas veces se introduce la misma información en lugares diferentes. El llenado de los formularios es una tarea ardua para el personal y de la que no obtienen ningún resultado visible para ellos, lo que provoca que no se rellenen y que haya un gran subregistro.

- El personal sanitario debe desplazarse con frecuencia para asistir a encuentros, cursos de formación o realizar consultas con especialistas. Estos desplazamientos pueden llevar mucho tiempo y tener un gran coste.

Con el objetivo de lograr el correcto funcionamiento y la sostenibilidad de las soluciones de telesalud en este contexto, éstas deberán cumplir los siguientes requisitos:

- requerir baja infraestructura tecnológica.
- permitir una monitorización a distancia para conocer su estado de funcionamiento y, siempre que sea posible, facilitar su reparación a distancia.
- tener preferencia por las tecnologías abiertas, tanto de hardware como de software, para reducir los costes de adquisición y mantenimiento.
- ser de un uso sencillo e intuitivo, de modo que cualquier persona con un conocimiento mínimo pueda utilizar la herramienta.

2.2.1. Los Sistemas de Información en Salud

Los Sistemas de Información en Salud (SIS) son una de las muchas aplicaciones que puede tener la telesalud. Tienen como objetivo último contribuir a una atención sanitaria eficiente y de calidad centrada en el paciente [9]. La digitalización de la información puede ayudar enormemente en las actividades de salud ya que pueden recoger, almacenar y procesar grandes cantidades de datos de una manera relativamente sencilla. Estos podrán ser utilizados posteriormente, por ejemplo, para demostrar los beneficios y perjuicios de una campaña de salud o tomar decisiones para prevenir la propagación alguna enfermedad.

No obstante, el éxito de un SIS no es algo tan evidente y dependerá, como siempre, de la manera en que el diseño del SIS se adapte a la realidad en la que estará funcionando [10]. Este es un aspecto especialmente importante en los países en desarrollo debido a la baja infraestructura técnica de la que disponen.

Los SIS han evolucionado mucho durante los últimos años y son una de las líneas de investigación más activas y prometedoras de la telesalud actualmente. Es un campo en continua evolución debido a los grandes avances que está habiendo en el campo tecnológico, como son las mejoras en el software o la rápida difusión de la conectividad gracias a la propagación de las redes de telefonía móvil. Las líneas principales que marcan el desarrollo y evolución de los SIS son [11]:

- el paso de registros basados en papel a registros digitalizados en ordenadores.
- la substitución de la información centrada en una institución (típicamente un hospital) por un Sistema de Información global con un alcance regional o nacional.
- la inclusión de los pacientes como usuarios del SIS, además del personal sanitario involucrado.

- el uso de la información para elaborar estrategias de acción y realizar investigación clínica y epidemiológica, además de las actividades administrativas de la atención sanitaria.
- el tratamiento de datos multimedia como imágenes o vídeo, además de los datos alfa-numéricos.
- la constante inclusión de nuevas tecnologías en el SIS.

2.2.2. Opciones de SIS

La implementación de un nuevo Sistema de Información en Salud supone una tarea de gran complejidad para un país. En un escenario ideal, el SIS estará manejando datos personales sobre la totalidad de habitantes de un país. Además del gran volumen de datos que deberá ser capaz de gestionar el sistema, la fiabilidad y la seguridad del mismo se convierten en factores críticos debido a la naturaleza de los datos.

Los países que están tecnológicamente más desarrollados y tienen recursos para invertir en desarrollo software suelen optar por soluciones de software privativo en su SIS, quizá en parte debido a la desconfianza que genera el uso de software libre. Pero los países en vías de desarrollo normalmente no cuentan los recursos económicos ni técnicos para acometer un desarrollo software de estas características. En estos casos, el uso de software libre se convierte en la opción más apropiada.

Existen numerosas iniciativas de software libre de Sistemas de Información Sanitaria. A continuación se describen algunas de las más extendidas y utilizadas:

- **DHIS2:** es una herramienta que abarca todo el proceso de recolección, validación, análisis y presentación de datos estadísticos agregados que está diseñada, aunque no limitada, para ajustarse a las actividades propias de la gestión sanitaria [12]. Es un software genérico fácilmente adaptable al contexto de cada país. La aplicación se accede y gestiona a través del navegador web, y deberá estar instalada en un servidor público con Windows, Linux o Mac OS X. Su origen está en el programa HISP (1994), cuyo núcleo era el desarrollo del software DHIS. Actualmente es utilizado en varios países de África, Asia, América Latina y el Pacífico Sur.
- **OpenMRS:** es un proyecto colaborativo dedicado al desarrollo de software para apoyar el servicio de atención sanitaria en los países en desarrollo [13]. Es un software de propóstico general orientado al registro de la Historia Médica Electrónica. El acceso a la aplicación se realiza mediante un navegador web, por lo que es independiente del sistema operativo que se utilice. La aplicación deberá estar desplegada en un servidor público y puede funcionar con Linux, Windows o Mac OS X. Su inicio se encuentra en el año 2004, en la mejora del sistema de bases de datos de datos de una clínica en Kenia, y actualmente se encuentran ampliamente presentes en todo África, con algunas implementeciones también en Asia y América.
- **OpenEMR:** es una aplicación orientada al Registro Médico Electrónico, con capacidad también para la administración general de las prácticas médicas, prescripciones médicas o facturación electrónica [14]. Es una de las aplicaciones en este campo más populares actualmente, y su uso está extendido tanto a países en desarrollo como desarrollados. Puede funcionar en sistemas Windows, Linux, Mac OS X y otras plataformas. OpenEMR se inició en el año 2001 y actualmente cuenta con una comunidad de soporte muy fuerte que realiza actualizaciones periódicas de la aplicación.

La herramienta software utilizada en este PFC será DHIS2, debido principalmente a la naturaleza de los datos con los que trabaja. La DGVS está dedicada a la vigilancia de enfermedades, para lo cual emplea datos estadísticos agregados. Además, DHIS2 también permite tratar datos individuales, aunque de manera algo limitada, y obtener a partir de ellos datos agregados para poder elaborar estadísticas. Los otros dos softwares están más orientados al registro de la historia clínica del paciente y pueden ser un complemento interesante a DHIS2 en el caso de que se quiera relacionar los datos individuales de DHIS2 con una historia clínica más detallada.

2.3. El Sistema de Salud en Paraguay

2.3.1. Descripción del país

La República del Paraguay está situada en la zona centro sur y oriental de América del Sur. Tiene frontera con Argentina al Sur, sudeste y sudoeste; con Bolivia al noroeste; y con Brasil al este. Su superficie es 406.752 km2, lo que la convierte en el cuarto país más pequeño en extensión territorial de Sudamérica. Es un Estado social de derecho, unitario, indivisible y descentralizado, con una democracia representativa, participativa y pluralista, y con separación de poderes.

Paraguay está dividida por el río Paraguay en dos regiones muy diferentes: la región occidental o Chaco y la región oriental. La primera ocupa el 61 % del territorio nacional pero alberga a poco más del 2 % de la población. Es una región de tierras secas y arcillosas pobladas de matorrales extensos y palmares, con aproximadamente el 65 % de la región cubierto por bosques. La temperatura media supera los 31ºC. Por otro lado, la región oriental abarca el 39 % del territorio y alberga al 97.3 % de la población. Esta región está regada por más de 800 ríos y el 95 % de sus tierras son cultivables. Aloja las principales instituciones de la República y cuenta con una mayor estructura sanitaria y de servicios básicos. La temperatura media es de 24ºC.

En lo que respecta a la población, a pesar de tener una extensión de territorio cercana a la española el número de habitantes es mucho menor: 6.340.000 habitantes. La densidad es mucho mayor en el área oriental, y dentro de ella la población está concentrada en los grandes núcleos urbanos: Gran Asunción con 2.500.000 habitantes y Gran Ciudad del Este con 820.000. El número de hombres y mujeres es similar, y en torno al 33 % de la población vive en áreas rurales. Tiene una estructura de población joven (40 % menor de 15 años)

La población es considerada tradicionalmente mestiza debido en primer lugar a la colonización española en el siglo XVI y en segundo lugar a la Guerra de la Triple Alianza (1865) en la que una parte importante de la población fue asesinada y se tuvo que recurrir a la inmigración extranjera (europeos, árabes y asiáticos). Más actualmente, y debida a la crisis mundial, es significativa la inmigración de ciudadanos europeos en su mayor parte. La población indígena se agrupa en 19 pueblos con un total de aproximadamente 84.000 personas.

En Paraguay persiste el idioma guaraní junto al español. La mayor parte de la población (73 %) conoce las dos lenguas: el guaraní es utilizado como lengua doméstica y el español como lengua comercial y en la educación.

Paraguay se encuentra en la posición 107 en el ranking de Índice de Desarrollo Humano (IDH) que componen los 187 países de los que existen datos comparables. Tiene un IDH de 0.665, lo que la coloca por debajo de la media regional 0.731 (América Latina y Caribe), y más por debajo aún de la media española, 0.878 [15].

2.3.2. Descripción del Sistema Sanitario en Paraguay

En la Constitución Nacional de 1992 se hace referencia al Derecho a la Salud y se establece que el Estado protegerá y promoverá la salud como derecho fundamental de la persona y en interés de la comunidad. Las funciones asumidas por el sector salud son la universalidad de la cobertura, la integralidad de prestaciones, la igualdad de beneficios, la solidaridad y la responsabilidad social. A pesar de esto, existe una gran parte de la población (entre el 30 % y 40 %) que se encuentra excluida de la atención sanitaria.

La prestación de servicios está bajo responsabilidad de los subsectores público, privado y mixto.

- Subsector público: Es el responsable de proporcionar atención universal a todo el país. Por una parte está la administración central, conformada por el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPyBS) y las Sanidades Militar, Policial y de la Armada. Por otra parte está la administración descentralizada, compuesta por la Universidad Nacional de Asunción (UNA), el Instituto de Previsión Social (IPS) y las Gobernaciones y Municipios.
- Subsector privado: Esta conformado por instituciones con ánimo de lucro, como hospitales, sanatorios, clínicas o consultorios privados, y sin ánimo de lucro, como universidades privadas con sus hospitales u ONGs.
- Mixto: Cruz Roja Paraguaya, con financiamiento público (ministerio) y privado.

Dentro del sector público, la cobertura de atención en salud para un 95 % de la población es responsabilidad del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social y del Instituto de Previsión Social, las cuales constituyen las dos instituciones más importantes en lo que respecta a atención en salud.

El MSPyBS, por su parte, tiene el rol de rector de los programas y actividades del sector y establece normas para las acciones en salud, ya sean públicas o privadas. Desarrolla funciones de rectoría, provisión y financiamiento. Tiene varias direcciones a su cargo, entre las que destacan para los objetivos de este proyecto la Dirección General de Vigilancia de la Salud (DGVS) y la Dirección General de Información Estratégica en Salud (DIGIES), y cuenta con más de 1000 establecimientos de salud.

Sus servicios de salud se organizaron hasta 2008 con una estructura piramidal, existiendo 4 niveles de atención (puestos de salud, dispensarios, centros de salud y hospitales) y 7 niveles de complejidad. Este esquema no pudo articularse correctamente y en 2008 se decidió cambiar a un modelo en red con las siguientes instancias:

- Atención Primaria de Salud: Unidades de Salud de la Familia (USF)
- Atención Especializada: Centros Ambulatorios de Especialidades (CAES)
- Atención Hospitalaria: Hospitales Básicos, Generales y Especializados
- Servicios Complementarios: Asistencia Farmacéutica, Vigilancia en Salud, Rehabilitación y Apoyo Diagnóstico
- Sistema de Regulación Médica, Comunicación y Transporte

La Unidad de Salud de la Familia constituye la puerta de entrada a la red y abarca a una población entre 3500 y 5000 personas que comparten unidad geográfica, social, económica y cultural.

El IPS, por su lado, es un ente independiente encargado de administrar la Seguridad Social para los trabajadores asalariados del Paraguay. Cuenta con un red de en torno a 80 establecimientos distribuidos por todo el territorio nacional, aunque no alcanza a la atención primaria, quedando ésta a cargo del MSPyBS.

El sector privado con fines de lucro proporciona servicios de atención curativa y rehabilitación y alcanza a un 7 % de la población. Sus hospitales y sanatorios se encuentran en áreas urbanas, principalmente en Asunción y en el Departamento Central.

Uno de los grandes problemas del Sistema Nacional de Salud es la gran fragmentación existente entre los proveedores de cada subsector. Existen numerosas instituciones que componen cada subsistema y éstas están muy poco integradas entre sí. Hay superposición de acciones entre el MSPyBS y el IPS, así como entre el IPS y el sector privado. Esta falta de coordinación institucional genera duplicidad de funciones, lo cual puede provoca duplicidad de establecimientos de salud en algunas regiones geográficas y ausencia en otras.

En lo que respecta al gasto del Gobierno en salud, éste representa en torno al 7-7.5 % del Producto Interior Bruto del país, incluyendo en ese porcentaje el gasto privado y el gasto público. Si bien la tendencia actual es que el gasto público aumente frente al privado, el gasto privado continúa siendo mayor que el público. Un motivo de esa tendencia podría estar en la declaración de gratuidad de todos los servicios del MSPyBS.

2.3.3. Antecedentes del SIS en Paraguay

Durante los últimos 25 años el MSPyBS ha encaminado acciones para el mejora y fortalecimiento de los Sistemas de Información en Salud. A continuación se va a realizar un recorrido cronológico a través de las principales acciones tomadas hasta la actualidad.

En 1991 se inició el proceso de incorporación del Sistema Informático Perinatal (SIP) en las maternidades más importantes del país. El sistema consistía en al Historia Clínica Perinatal Base (HCPB) y en un sistema de procesamiento de datos.

En 1992, con apoyo técnico y financiero de la OPS/OMS, se diseñó un sistema para automatizar el procesamiento de los datos. Este Sistema de Información en Salud tendría cuatro componentes:

- Sistema de Estadísticas Sanitarias con los Subsistemas de Información Prestados y Morbilidad.
- Sistema de Estadísticas Vitales con los Subsistemas de Mortalidad y Nacimientos.
- Sistema de Estadísticas Hospitalarias (Egresos y Censo Hospitalario).
- Sistema de Vigilancia Epidemiológica con los Subsistemas de Programas Ampliado de Inmunizaciones e Informe Semanal de Notificación Obligatoria.

En Julio de 2000 se constituyó la Comisión para el Rediseño del Sistema de Información en Salud cuyo propósito era adaptar el Sistema de Información a las necesidades del momento.

En Diciembre de 2001 se llevó a cabo el rediseño del Subsistema de Estadísticas Vitales.

En Agosto de 2003 se elaboró el Manual de Normas y Procedimientos del Subsistema de Información de Estadísticas Vitales y se establece su aplicación obligatoria en todos los servicios de salud.

En 2005 el IPS inicia el proceso de informatización hospitalaria y ambulatoria, dotando de buenas tecnologías al Hospital Central y a la mayoría de las clínicas periféricas.

En 2006 el MSPyBS recibe una propuesta para el fortalecimiento del Sistema de Información en Salud dentro de la estrategia de cooperación en SIS de la OPS y del Marco del Proyecto Paraguay de OPS-USAID.

En Febrero de 2007 se crea el "Programa de Fortalecimiento del Sistema de Información en Salud, SINAIS", mediante la Resolución S.G. Nº 69/07.

En Septiembre de 2007 se publicó el "Plan Estratégico 2007 – 2011" para el desarrollo del Sistema Nacional de Información en Salud con el apoyo de USAID, OPS y MEASURE.

En Marzo de 2008 se publicó el "Informe Final: Diseño del SINAIS", que define los diferentes subsistemas que conformarán el SINAIS y su modalidad de articulación.

En Diciembre de 2008 se formalizó la creación de Dirección General de Información Estratégica en Salud (DIGIES) y se cambia el nombre de SINAIS por SNIES (Sistema Nacional de Información Estratégica en Salud).

Durante el año 2009 se diseño el Plan de Trabajo para la implantación del Subsistema de Información de Servicios de Salud (SSISS) y se elaboró una Prueba Piloto.

A principios de 2010 se diseño el aplicativo informático para el Área Ambulatoria.

SINAIS/SNIES

El Proyecto SINAIS (Sistema Nacional de Información en Salud) nació en el año 2007 dentro del programa financiado por USAID, OPS y MEASURE para el fortalecimiento del SIS. Los motivos que lo impulsaron fueron la alta fragmentación y la desarticulación existente entre los diferentes subsistemas de información que conforman el Sistema de Información en Salud.

El objetivo principal de SINAIS es la implantación efectiva de un SIS integrado a nivel nacional, y para ello realiza las siguientes funciones:

- Rectoría en el proceso de implantación del SIS.
- Producción de bases de datos, indicadores y documentos según las necesidades del MSPyBS.
- Evaluación de la calidad de la información.
- Difusión y provisión de información a los usuarios del sistema.
- Resguardo periódico (backup) de las bases de datos e indicadores.

El SINAIS está formado por múltiples subsistemas de información independientes entre sí. Cada uno de ellos genera y procesa su propia información y elabora sus propios informes. El SINAIS

integra la información proveniente de cada uno de los subsistemas y genera informes con un valor añadido orientados a las necesidades de gestión del MSPyBS.

Los subsistemas que integran el SINAIS son:

- Información del Sistema Nacional de Salud: políticas y organización del Sistema Nacional de Salud; Consejos de Salud: nacional, regionales y locales.
- Estadísticas vitales: información sobre nacimientos y defunciones.
- Información demográfica y determinantes de la salud: población actual y proyecciones, por regiones y distritos, por características socioeconómicas, estimaciones de embarazos y nacimientos.
- Vigilancia de la salud: incidencia y prevalencia de las enfermedades consideradas prioritarias para la vigilancia de la salud de la población, tanto transmisibles como no transmisibles. Incluye también la información de vigilancia de la red de laboratorios.
- Servicios prestados por el sistema de salud: incluye los servicios del MSPyBS y de otros prestadores del Sistema Nacional de Salud. Esta información esta relacionada con las metas establecidas y con la población cubierta.
- Bienestar social: información sobre instituciones públicas y privadas que trabajan en áreas sociales: niñez, discapacidad, tercera edad, etcétera.
- Recursos humanos: número, distribución, características, situación laboral y profesional, incluyendo datos sobre capacitación de los recursos humanos del sector salud.
- Recursos físicos: con información sobre los establecimientos de la red pública y privada, su infraestructura física, transporte y equipamiento, así como de su situación de habilitación sanitaria.
- Vigilancia sanitaria: información sobre medicamentos registrados, laboratorios farmacéuticos y farmacias, entre otros.
- Financiamiento en salud: información sobre presupuesto vigente y su ejecución, cuentas nacionales en salud, así como del manejo y disponibilidad financiera, por fuentes, programas y servicios; gasto en salud.
- Logística: información sobre disponibilidad, distribución, entrega y uso de suministros básicos como vacunas, kit de partos, medicamentos, anticonceptivos.
- Vigilancia ambiental: información sobre conservación y mejoramiento del agua, control sanitario sobre los recursos hídricos, los desechos sólidos, sustancias tóxicas y peligrosas, zoonosis, etcétera, incluye también desastres y emergencias.

Cada subsistema funciona de manera independiente al resto, y es responsable de la calidad de la información que entrega al SINAIS. Tiene libertad para decidir tanto la manera de realizar la recogida y procesado de la información como el software a utilizar para llevarlo a cabo. El SINAIS no establece normas rígidas que deban cumplir los softwares elegidos, sino que más bien establece algunas recomendaciones generales, como utilizar un único software dentro de cada subsistema, realizar backups periódicos de las bases de datos o contar con herramientas que sirvan para validar la carga de datos.

En lo referente a las bases de datos SINAIS sí entra más en detalle y establece las siguientes condiciones:

- Formarán parte del SINAIS bases de datos que tengan tanto datos individuales como agregados.
- Las bases de datos individuales tendrán como identificador la cédula de identidad.
- Las bases de datos agregados tendrán como identificadores los servicios de salud prestadores del sistema y/o la región sanitaria y/o la unidad geográfica correspondiente.
- Cada subsistema deberá describir de manera exhaustiva sus datos para evitar conflictos a nivel central.
- No se debe permitir la utilización de software no específico de bases de datos, como las hojas de cálculo (MS Excel).

También se recomienda la utilización en la medida de lo posible de software libre dentro de cada subsistema.

Finalmente y como última nota sobre el SINAIS, con la creación de DIGIES a finales de 2008 el término SINAIS se abandona y se substituye por Sistema Nacional de Información Estratégica en Salud (SNIES). Se elabora una nueva propuesta de diseño para el SNIES que busca completar la propuesta realizada para el SINAIS, aunque sigue manteniendo los mismos fundamentos principales.

DIGIES

La DIGIES nació el 5 de Diciembre de 2008 como instrumento institucional que liderase el desarrollo y la implementación del SINAIS.

Su función principal es:

> "la recolección, verificación, análisis, integración y difusión de la información generada por los subsistemas de información del MSPyBS, con vista a garantizar datos de calidad y la promoción de su uso dentro del Ministerio y en los demás organismos componentes del SNS"[1]

DIGIES cuenta con un Data Center protegido en el que todos los subsistemas de información del SNIES deben alojar sus aplicaciones informáticas. Con esto busca centralizar todo el software utilizado en el Sistema Nacional de Salud en un espacio seguro y fiable.

[1] `http://www.mspbs.gov.py/digies`

3 Objetivos

Entre los días 11 y 13 de Junio de 2012 se celebró en la Universidad de Oslo el seminario "Building collaborative networks around Open Source based Health Information Systems in Latin America" (Construyendo redes colaborativas sobre Sistemas de Información Sanitaria de código abierto en América Latina) orientado a dar a conocer la herramienta DHIS2 entre los países latinoamericanos. El Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud (IICS) de la Universidad Nacional de Asunción (Paraguay), como miembro de la red CYTED[1], recibió una invitación de asistencia. La Doctora Margarita Samudio acudió al Seminario en representación del IICS.

En Agosto de ese mismo año la Dirección General de Vigilancia en Salud envió una carta a la fundación EHAS y a la Universidad de Oslo en la que expresaba su interés en estudiar la posibilidad de comenzar a utilizar la herramienta DHIS2 en la DGVS. El sistema de información utilizado en la DGVS basaba gran parte de su funcionamiento en el manejo de hojas MS Excel, las cuales eran utilizadas tanto como herramientas de cálculo como bases de datos. Esto provocaba inseguridad en los datos almacenados, incoherencias debido a tablas duplicadas y dificultad para compartir los datos y los análisis generados. Se estableció entonces un acuerdo entre la fundación EHAS, la Universidad de Oslo, la DGVS y el IICS para desarrollar un estudio piloto del sistema, el cual permitiría evaluar el grado de viabilidad técnica para utilizar DHIS2 como sistema de información en la DGVS. Se crea un convenio con el título "Facilitación y proyecto marco para la implementación e integración de los Sistemas de Información de Salud en Paraguay".

Este Proyecto Fin de Carrera conforma la primera etapa del convenio y fija su objetivo principal en la realización de un *Estudio de viabilidad técnica e institucional para la implementación de un piloto de un Sistema de Información en Salud basado en DHIS2 en la Dirección General de Vigilancia en Salud del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social de Paraguay.*

[1] Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Parte II

METODOLOGÍA

4 Materiales y Métodos

La realización del estudio se llevará a cabo mediante una estancia en Paraguay entre los meses de Noviembre de 2012 y Abril de 2013, ambos incluidos. Esto es posible gracias a la adjudicación de una de las becas convocadas por la Universidad Politécnica de Madrid para la realización del Proyecto Fin de Carrera en Cooperación para el Desarrollo en su convocatoria de 2012. La estancia tendrá lugar en el departamento de Sistemas de Información de la Dirección General de Vigilancia en Salud. No obstante, durante el mes anterior al viaje se realizará un trabajo previo para poder aprovechar al máximo el tiempo de estancia.

4.1. Obtención de la información

La información necesaria para la realización de este proyecto fin de carrera se obtendrá de las siguientes fuentes:

- **Documentación disponible sobre DHIS2:** Existe una amplia documentación sobre DHIS2 accesible a través de su página web. Existe un equipo de documentadores que realiza actualizaciones de manera regular. Además, con el inicio de las primeras experiencias en países de América Latina se ha traducido toda la documentación al castellano para hacerla más accesible a los usuarios de habla hispana. De aquí se obtendrá información tanto de nivel básico como de nivel avanzado sobre instalación, configuración y uso de DHIS2.
- **Antecedentes de DHIS2 en otros países:** DHIS2 tiene una gran experiencia acumulada de todos sus años de existencia. Países a lo largo de todo el mundo lo han adoptado como su sistema de información a nivel regional o nacional. Muchas de estas experiencias se encuentran extensamente documentadas e incluso cuentan con su propia página web, como por ejemplo Kenia [16] o Uganda [17]. De esta documentación se espera obtener recomendaciones que sirvan para guiar el proceso de implantación e información que permita anticipar problemas típicos en este proceso. En especial se consultará la documentación sobre experiencias de DHIS2 en países de América Latina, como es el caso de Perú [18] y México [19].
- **Lista de usuarios de DHIS2:** Existe una lista de correo en la que todos los usuarios de DHIS2 repartidos por el mundo pueden mantenerse en contacto. En esta lista se pueden plantear cuestiones, sugerir nuevas funcionalidades para la aplicación, compartir soluciones a problemas encontrados o informar de cualquier tipo de evento. Además, cuenta con un archivo en el que se puede consultar el histórico de conversaciones para conocer los problemas que se han encontrado previamente y la soluciones que se han propuesto. Gracias a esta lista se dispondrá de una respuesta rápida a cuestiones que no se hayan incluido en la documentación de DHIS2 y se podrá conocer el pulso de la aplicación.

- **Información institucional de la DGVS y del MSPyBS:** Tanto la DGVS como el MSPyBS realizan publicaciones en las que dan a conocer las actividades que llevan a cabo. Existe bastante información pública accesible a través de la web. De aquí se espera obtener información sobre la estructura institucional de estos organismos, los procesos de notificación de enfermedades, las fichas utilizadas en las notificaciones o los gráficos y tablas más generados habitualmente en sus publicaciones.
- **Entrevistas al personal de la DGVS y del IICS:** Muchos de los procesos llevados a cabo por el personal de salud no están documentados en ningún lugar sino que nacen como resultado del día a día. Se realizarán entrevistas al personal de la DGVS y del IICS para conocer su actividad rutinaria y poder identificar problemas y necesidades relativas al sistema de información actual. También se detectará la voluntad existente, tanto institucional como individual de cada trabajor, para cambiar el Sistema de Información Sanitaria y el grado de compromiso que adquirirían en su uso.

4.2. Realización del estudio

El estudio estará compuesto por tres fases, las cuales se describirán a continuación. Además se realizará una labor de difusión de la herramienta de manera simultánea a la elaboración del estudio.

4.2.1. Estudio del Sistema de Información Sanitaria DHIS2

En esta fase se espera obtener un conocimiento claro y detallado sobre la filosofía, la estructura y las características funcionales de DHIS2. Comenzará durante el periodo previo al viaje y consistirá, en un primer momento, en familiarizarse con la herramienta para obtener una perspectiva general de hasta dónde permite llegar. Este trabajo previo se realizará de la siguiente manera:

- Revisión de la documentación publicada sobre DHIS2, en especial el Manual de Usuario y la Guía de Implementación.
- Instalación de DHIS2 en un servidor local empleando un ordenador personal y navegación a través de sus funcionalidades principales. Para ello se utilizarán los datos de prueba disponibles en la página web de DHIS2.
- Creación y configuración de nuevos objetos en DHIS2.

Una vez en Paraguay, esta fase se irá desarrollando simultáneamente con la segunda, "Estudio del Sistema de Información en la DGVS". La información que se irá obteniendo en la segunda fase indicará las líneas en las que se deberá profundizar en el estudio de la herramienta y permitirá detectar carencias en DHIS2.

También se participará de manera activa en la lista de correo de usuarios de DHIS2, consultando las cuestiones que no estén en la documentación oficial y proponiendo o aportando nuevas mejoras que respondan a las carencias que se detecten.

4.2.2. Estudio del Sistema de Información en la DGVS

Esta fase comenzará cuando se inicie la estancia y se desarrollará en la DGVS. Una vez allí se espera estar en contacto con el personal encargado de realizar el tratamiento de los datos para poder conocer de primera mano todo lo relativo al sistema de información que se utiliza actualmente.

La DGVS realiza la vigilancia de un gran número de enfermedades. Para realizar este estudio se seleccionarán tres programas que sean representativos de todos los demás, los cuales se utilizarán como elementos conductores a lo largo de todo el flujo de datos. Estos programas serán los que se emplearán más tarde para la implementación de un piloto de DHIS2. El estudio seguirá los siguientes pasos:

- Análisis del flujo de dato de los programas seleccionados. Se espera conocer cuál es el origen de los datos, quién se encarga de cargarlos, con qué periodicidad, cómo se realizan los envíos, cómo se almacenan y qué tipos de análisis se generan. Se pretende conocer en detalle el recorrido de los datos durante todo el proceso, desde que se originan hasta que son representados en forma de tabla o gráfica.
- Identificación de los problemas principales que pueden dificultar la implementación de DHIS2.
- Análisis de herramientas software en uso o en desarrollo que estén involucradas en el flujo de información de la DGVS.

4.2.3. Adaptación de DHIS2 al contexto de la DGVS

Una vez que se tenga una idea clara y precisa sobre DHIS2 y se haya estudiado el sistema de información de la DGVS comenzará la fase de adaptación, la cual se desarrollará en la DGVS. Para esta fase se contará con un servidor para alojar un piloto de DHIS2 dentro de la red interna de la DGVS, de modo que permanezca continuamente accesible a todo el personal que se encuentre dentro de esta red interna. Esto permitirá enseñar de un modo sencillo a los usuarios el funcionamiento de DHIS2 y será útil para la realización de pequeños talleres.

Esta fase se desarrollará de la siguiente manera:

- Puesta a punto del servidor e instalación de DHIS2 en un servidor interno de la DGVS.
- Configuración de los aspectos generales de DHIS2, como definición de la jerarquía de establecimientos de salud, configuración del módulo de información geográfica o creación de los usuarios.
- Configuración específica de cada programa seleccionado. Se definirán los elementos de datos, formularios que simulen la apariencia de los utilizados actualmente en papel, indicadores,...
- Creación de los mismos gráficos e informes que la DGVS publica de manera más habitual actualmente.

Una vez configurados los programas, se estudiará cuál es la situación de DHIS2 en el contexto y cómo se va a integrar con el mismo. Se evaluará la posibilidad de integrar el histórico de datos de la DGVS con DHIS2 y se propondrá una solución para llevarlo a cabo. También se analizará la

manera en la que DHIS2 interaccionará con el software relacionado con el Sistema de Información que está en uso o en desarrollo en la DGVS.

Finalmente se realizará una presentación de la herramienta al personal de la DGVS incluyendo algún taller cuando sea oportuno.

4.2.4. Difusión de DHIS2

Además de las charlas y talleres que se realizarán dentro de la DGVS para dar a conocer la herramienta entre los trabajadores, también se realizarán acciones de difusión de DHIS2 a nivel global, aunque especialmente enfocadas a la comunidad de usuarios latinoamericanos.

- Participación en la Academia[1] de DHIS2 que se celebrará en Popoyán (Colombia) en Febrero de 2013. En ella se mostrarán los avances conseguidos hasta ese momento en el estudio de viabilidad. Se tratarán los problemas encontrados durante el proceso y las soluciones que podrían adoptarse o que ya hayan sido adoptadas.
- Configuración de la página web de DHIS2 '`http://dhis2.org`' para tener soporte multilingüe. La página web solamente está disponible en inglés, lo cual es una gran barrera para los usuarios de habla hispana que no tengan conocimientos de inglés.
- Colaboración en la traducción al castellano del contenido de la página web de DHIS2. Esta acción continúa la tediosa labor de traducción llevada a cabo por Inés Bebea, Marta Vila y Lorena Guirado en la que se ha conseguido traducir en su mayor parte tanto la propia aplicación como la documentación disponible de DHIS2.

[1] Las Academias DHIS2 se celebran anualmente en las regiones en las que existen implementaciones de DHIS2 (África Este, África Oeste, Asia y América Latina). Tienen el objetivo de dar difusión de la herramienta y capacitar a los asistentes en su uso desde un nivel básico hasta un nivel avanzado.

Parte III

RESULTADOS

5 Análisis del Sistema de Información Sanitaria DHIS2

El objetivo de este capítulo no es dar una descripción exhaustiva y detallada de todas las funcionalidades de DHIS2, sino servir como una primera aproximación que permita conocer qué es DHIS2, cuál es su propósito y hasta dónde permite llegar en el tratamiento de la información. Para una descripción más detallada sobre DHIS2 puede consultarse la documentación [20]. Durante la realización de este Proyecto Fin de Carrera se ha trabajo con la versión 2.10 de DHIS2, publicada el 17 de Noviembre de 2012.

El primer apartado es una descripción general de la herramienta, explicando cuál es su propósito y sus características principales. A continuación viene una explicación la Jerarquía de Unidades Organizativas, parte fundamental de DHIS2 que va a condicionar tanto la entrada de datos como los análisis futuros.

Los siguientes apartados tratan sobre las funciones que desempeña DHIS2. En este análisis se han clasificado estas funciones según el tipo de datos que utilizan. En DHIS2 existen dos tipos de datos, agregados e individuales, que son tratados de manera independiente. En el tercer apartado se describen todas las funciones relacionadas con el tratamiento de los datos agregados. Con el objetivo de hacerlo más entendible, la estructura del apartado imita al flujo que siguen los datos dentro del sistema: primero se explica cómo es la entrada de datos, luego cómo se almacenan y finalmente los tipos de análisis que se pueden realizar. En el cuarto apartado se realiza la misma descripción, pero con datos individuales.

Finalmente en el último apartado se mencionan otras características importantes de DHIS2, como son la gestión de usuarios y la existencia de una Web API, la cual permite consultar y modificar información de DHIS2 desde el exterior.

5.1. Descripción General

DHIS2 se define como una "herramienta para recolección, validación, análisis y presentación de datos estadísticos agregados, diseñada (aunque no limitada) para ajustarse a las actividades propias de la gestión sanitaria" [12]. Es una herramienta genérica que puede ser configurada fácilmente y de un modo flexible a través de un navegador web y sin necesidad de conocimientos de programación. Se utiliza en más de 30 países de África, Asia y América Latina.

En sus orígenes, DHIS2 estaba enfocado exclusivamente al tratamiento de datos agregados. Como resultado de su continua evolución y de la necesidad de tratar información individual de

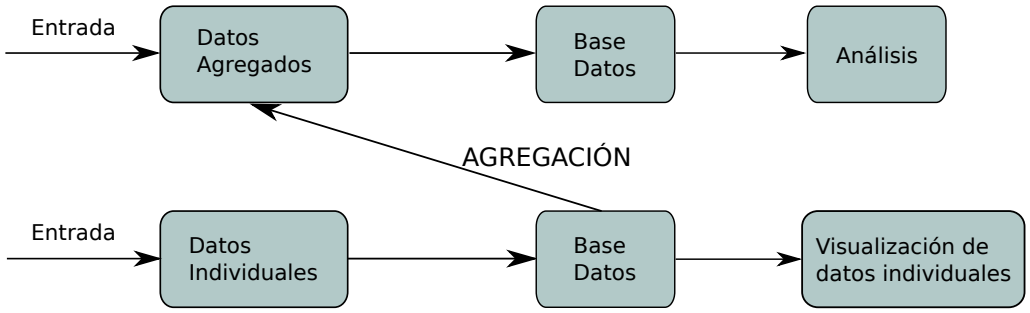


Figura 5.1: Flujo de datos en DHIS2

paciente, se incorporó el "Módulo de seguimiento de paciente" o "Módulo de comunidad" para poder utilizar datos individuales. Cada uno de estos dos tipos de datos es introducido, almacenado y analizado en DHIS2 de una manera diferente, por lo que podemos distinguir internamente dos flujos de datos que se relacionan entre sí por el proceso de "agregación", el cual explicaremos con detalle más adelante.

Características principales de DHIS2

- *Basado en Web:* DHIS2 es una aplicación web basada en tecnología Java estándar, por lo que puede ser ejecutada en cualquier servidor que soporte Servlets Java y ser accedida a través de internet mediante un navegador web. Esto significa que DHIS2 puede desplegarse tanto en un servidor online nacional como en intranet offline.
- *Multiplataforma:* DHIS2 está escrito en Java, por lo que se podrá ejecutar en cualquier plataforma con un entorno de ejecución Java. Esto lo cumplen las plataformas más utilizadas habitualmente: Windows, Linux, Mac OS X y Solaris.
- *Compatible con la mayoría de navegadores web:* DHIS2 se ha escrito siguiendo el estándar W3C para HTML[1] y CSS[2] y funciona en cualquier navegador estándar como Firefox, Chrome, Opera, Safari 4 e Internet Internet Explorer 8+. El equipo de DHIS2 recomienda el uso de Chrome ya que proporciona un rendimiento excelente y funciona en Windows, Linux y Max OS X.
- *Compatible con la mayoría de las bases de datos relacionales:* DHIS2 actualmente funciona con PostgreSQL, MySQL y H2. DHIS2 está construido con Hibernate y solo son necesarios pequeños cambios para hacerlo funcionar con la mayoría de las bases de datos relacionales.
- *Software libre:* DHIS2 es una herramienta de software libre bajo la licencia BSD[3]. Esto no sólo significa que puede descargarse sin ningún coste, sino también que está permitido acceder al código fuente, modificarlo y redistribuirlo de las maneras que se deseen.
- *Trabaja sin conexión:* A pesar de que DHIS2 es una aplicación web, el módulo de entrada de datos agregados puede estar operativo sin conexión a internet. Esto significa que si Internet falla durante una sesión de trabajo, la entrada de datos puede continuar. Los datos se almacenan localmente en el navegador y pueden ser enviados de manera sencilla al servidor central cuando la conexión se restaure.

[1] HyperText Markup Language - Lenguaje de marcado utilizado en la elaboración de páginas web.
[2] Cascading Style Sheets - Lenguaje de hojas de estilo utilizado para describir la presentación de un documento escrito en un lenguaje de marcas.
[3] Berkeley Software Distribution. Familia de licencias de software libre.

- *Modular:* DHIS2 tienen una arquitectura modular. Desde la perspectiva de la implementación, esto quiere decir que es posible incluir los módulos y funcionalidades requeridas por cada contexto y excluir las que no sean necesarias. Desde la perspectiva del desarrollo, esto facilita la creación e incorporación de funcionalidades a la aplicación sin modificar el código fuente existente.
- *Interoperable:* DHIS2 es compatible con SDMX-HD, el formato oficial para intercambio de datos sanitarios desarrollado por la OMS. Esto lo hace interoperable con otras aplicaciones software de salud como iHRIS, OpenMRS y WHO IMR, y habitualmente juega un papel importante en el unión de datos hospitalarios, de recursos humanos y de sistemas logísticos para generar análisis informes agregados. DHIS2 también dispone de una amplia API Web que puede servir de plataforma para portales Web de terceros o para clientes software.
- *Flexible:* El modelo de metadatos de DHIS2 es completamente flexible, por lo que no es necesario desarrollar nada para cumplir con los requisitos de entrada de datos o de análisis. Por ejemplo, el sistema te permite definir y recoger cualquier elemento de dato y establecer una jerarquía flexible de unidades organizativas.
- *Internacional:* DHIS2 es internacional en cuanto a la interfaz de usuario y al contenido de la base de datos de metadatos. Esto permite al usuario seleccionar el idioma que quiere mostrar. DHIS2 está disponible actualmente en Inglés, Francés, Español, Hindi, Vietnamita y Noruego.

5.2. Jerarquía de establecimientos

La jerarquía de unidades organizativas condiciona por completo la estructura de DHIS2 y el modo en que serán tratados los datos, tanto agregados como individuales, desde su recogida hasta su análisis. En la jerarquía deberá existir un único nodo raíz (típicamente el "Ministerio de Salud") y podrá haber tantos niveles y nodos como sean necesarios. A cada uno de los nodos de la jerarquía se le denomina en DHIS2 como "unidad organizativa", la cual puede representar un establecimiento de salud (hospital, centro de salud,...) o una área administrativa o geográfica (distrito, departamento,...).

Entre las unidades organizativas se establece una relación de parentesco. Dada una unidad organizativa, aquella que esté en el nivel superior justo encima de ésta se denominará unidad *padre*. La unidad que esté dos niveles por encima se denominará, por tanto, *abuelo*. De igual modo, las unidades que se encuentren por debajo de ella y dependientes de ella se llamarán unidades *hijas*.

Únicamente puede existir una jerarquía de unidades organizativas en DHIS2 y se recomienda que esté basada en una distribución geográfica, ya que esta jerarquía será la que utilice el módulo del Sistema de Información Geográfica (SIG) para representar los datos. Pueden definirse otro tipo de jerarquías paralelas utilizando los grupos de unidades organizativas, los cuales se explicarán más adelante.

La importancia de esta jerarquía reside en que determina la dimensión espacial (el "dónde") de los datos recogidos. A la hora del análisis, los datos se agregarán desde las unidades organizativas situadas en los niveles inferiores hacia aquellas en los niveles superiores, respetando la jerarquía que se haya definido. Cualquier unidad organizativa de la jerarquía, sea cual sea su nivel dentro de ella, podrá potencialmente recoger datos. En al agregación, cada unidad organizativa considerará como propios los datos de los niveles que estén por debajo de ella y los añadirá a los suyos. Es necesario tener esto en cuenta para evitar duplicidad de datos.

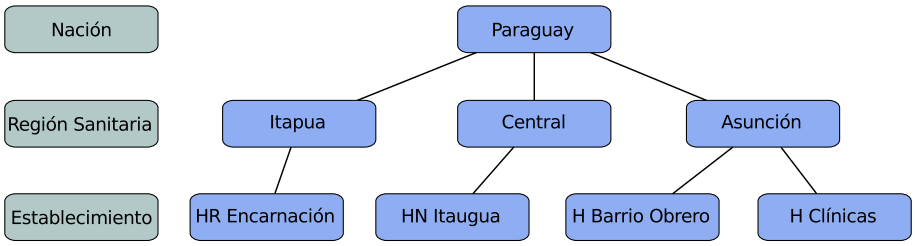


Figura 5.2: Unidades organizativas: jerarquía de ejemplo

En la figura 5.2 se muestra un ejemplo de jerarquía con los niveles nación, región sanitaria y establecimiento.

Grupos de unidades organizativas

DHIS2 permite la creación de estructuras paralelas a la principal. A cada nueva estructura se le denominará "Set de Grupos" y podrán existir tantas como se deseen. Cada una de ellas estará formada por "grupos" de unidades organizativas. Esto puede ser útil a la hora de elaborar informes y realizar análisis.

Una estructura paralela típica es la de "propiedad" de los establecimientos. En este caso, "propiedad" representaría el nodo raíz o primer nivel de la jerarquía; los tipos de propiedad (público, privado, ONG, religioso,...) formarían los grupos de unidades organizativas y estarían en el segundo nivel de la jerarquía; y por último, los unidades organizativas de cada grupo representarían el tercer nivel. Un ejemplo puede verse en la figura 5.3.

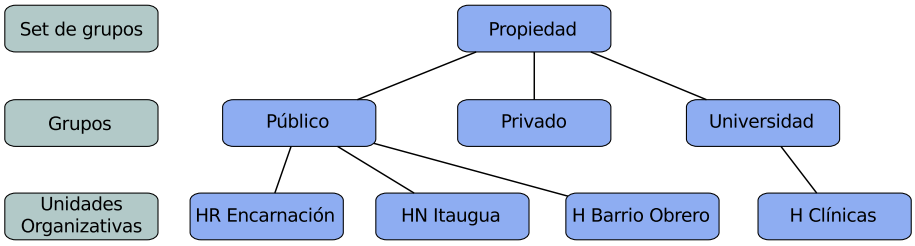


Figura 5.3: Grupos de unidades organizativas: jerarquía de ejemplo

Cada unidad organizativa únicamente puede pertenecer a un "grupo" dentro del mismo "set de grupos". De este modo se evita la duplicidad de datos. Además, puede definirse que un "set de grupos" sea obligatorio, de modo que toda unidad organizativa deberá pertenecer a un "grupo" de ese "set de grupos".

5.3. Datos Agregados

Como ya se introdujo en el primer apartado, en DHIS2 los datos utilizados en la elaboración de gráficos e informes pueden considerarse como "datos agregados", en oposición a la idea de "datos individuales de paciente" que se explicará en el apartado 5.4. Son considerados como datos agregados en el sentido de que el valor de un dato determinado hace referencia a un periodo temporal, no a un instante temporal, y además ese valor no hace referencia a ningún paciente en

concreto. Por ejemplo, un elemento llamado "Casos de Dengue" servirá para representar el número de casos de dengue que ha habido durante un periodo de tiempo concreto. No proporciona ninguna información sobre cada caso en particular, sino que simplemente nos muestra el total de casos que ha habido en un periodo.

Considerando entonces los dos flujos de información que se pueden distinguir en DHIS2 y que están representados en la figura 5.1, este apartado se limitará a explicar lo referente a los datos agregados, es decir, el flujo de datos de la parte superior de la figura.

Los valores de los datos agregados en DHIS2 quedan completamente identificados mediante 3 dimensiones: la dimensión "qué" define lo que representa ese valor, son los llamados elementos de dato (subapartado 5.3.1); la dimensión "dónde" determina el lugar al que hace referencia ese valor, son las unidades organizativas (apartado 5.2); y la dimensión "cuándo" define el intervalo de tiempo que abarca ese valor, son los periodos (subapartado 5.3.2).

5.3.1. Definición de elemento de datos

Los elementos de datos son la esencia de DHIS2, ya que dan significado a los valores introducidos explicando "qué" es lo que representan esos valores.

Al definir un elemento de datos en DHIS2, éste se define como una entidad en sí misma, independiente, y no como un campo dentro de un formulario. Es por ello por lo que cada elemento de datos debe ser auto-descriptivo y dar una idea completa de "qué" es lo que representa cuando se encuentra fuera de su contexto. Por ejemplo, si un elemento de datos llamado "Dengue" es observado dentro de un formulario de Notificación Semanal se podría deducir fácilmente que representa los casos de dengue durante esa semana. Pero si ese elemento es observado fuera del contexto ya no es tan sencillo deducir de manera clara "qué" es lo que representa.

DHIS2 permite elegir el tipo de dato que se quiere definir. Las posibilidades que ofrece son: número, texto, texto largo, fecha, si/no y solo sí[4]. En el caso de la opción *número*, también se puede escoger entre decimal, entero, entero positivo y entero negativo. También es posible predefinir los valores que puede tener un elemento de dato. Por ejemplo, podrían definirse los valores "POSITIVO", "NEGATIVO" Y "DESCONOCIDO" para un elemento que contenga el resultado de una prueba. Restringir el tipo de dato que puede contener un elemento es de gran utilidad a la hora de evitar algunos errores de escritura cuando se rellena el formulario de entrada.

Es importante resaltar que para diferenciar entre datos agregados y datos individuales en la definición de los elementos de dato existe un campo llamado "Dominio". Los datos agregados tomarán aquí el valor *agregado*, mientras que los individuales tendrán el valor *paciente*.

Grupos de elementos de datos

Los grupos de elementos de datos sirven para clasificar los elementos de datos siguiendo un criterio determinado. Asimismo, varios grupos pueden ser agrupados en un set. Esta forma de clasificación es análoga a la vista en las unidades organizativas.

Tener clasificados los elementos de esta manera, además de facilitar enormemente la gestión de los datos cuando hay un número muy grande de ellos, permite realizar análisis y generar informes

[4]Esta opción visualmente queda representada como un cuadro pequeño en el que hacer un "tick". Solo se almacena el valor en la base de datos si es un "sí".

basados en esta clasificación, pudiendo filtrar por set o grupo de elementos de datos.

Categorías de elementos de datos

Las categorías de elementos de datos son un mecanismo que permite desagregar elementos de datos en diferentes partes. Las categorías habitualmente son conceptos, como edad o género. Por ejemplo, una categoría llamada "edad", con los campos "menor de 1 año", "entre 1 y 5 años" y "mayor de 5 años", generaría en la pantalla de entrada de datos tres casillas para el mismo elemento de datos, una para cada campo de la categoría.

Una vez que la categoría está definida puede ser reutilizada por varios elementos de datos, por lo que un uso apropiado de las categorías puede simplificar mucho la configuración de DHIS2. Además, pueden combinarse varias categorías en un mismo elemento de datos. Por ejemplo, combinando la categoría "edad" anterior con la categoría "género" (con campos "masculino" y "femenino") tendríamos seis casillas de entrada para ese elemento, una por cada combinación.

5.3.2. Periodo

El periodo representa la dimensión temporal de los datos en DHIS2. Es el intervalo de tiempo al cual pertenecen los datos recogidos. En DHIS2 los datos pueden pertenecer a los siguientes tipos de periodos: diario, semanal, mensual, cuatrimestral, semestral, anual y periodos financieros.

A la hora de realizar el análisis de los datos, estos se podrán agregar en el tiempo del mismo modo que se agregan en el espacio. En este caso, el periodo que se haya asignado a un elemento de datos representará la unidad temporal más pequeña que podrá ser observada en los análisis. Por ejemplo, un dato que sea recogido con una periodicidad semanal podrá ser analizado utilizando periodos semanales y agregarse a periodos más grandes, como mensuales o anuales.

En el análisis de datos también existe la opción de emplear periodos relativos. Esto permite, por ejemplo, elaborar una plantilla de análisis en la que el periodo de observación no sea absoluto sino que pueda ser introducido como parámetro en el momento de realización del análisis. De este modo se tendrá una plantilla que podrá ser reutilizada a lo largo del tiempo. Algunos ejemplos de periodos relativos que permite usar DHIS2 son: mes de informe, últimos tres meses, últimos doce meses, meses transcurridos este año, año anterior,...

5.3.3. Set de datos y formularios

La entrada de datos en DHIS2 se organiza a través de los llamados "Set de datos". Cada set de datos contiene un conjunto de elementos de datos que serán recogidos juntos y con una periodicidad que estará determinada en la configuración del set de datos. Esta periodicidad puede ser diaria, semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral, anual y de periodos financieros. Cada set de datos deberá estar asignado a una o varias unidades organizativas, y solamente ellas podrán introducir datos para ese set de datos.

Una vez que los datos se hayan introducido en el sistema y guardado en la base de datos, la relación entre el valor introducido y el set de datos desaparece. El set de datos debe ser entendido únicamente como un medio para ordenar la entrada de datos en DHIS2 y para asignar un periodo y una unidad organizativa a los valores introducidos.

La parte estética de la entrada de datos está determinada por los formularios. Definen la apariencia que va a tener en la pantalla el set de datos y cómo van a estar ordenados y colocados los elementos de datos. Los formularios pueden ser de tres tipos: por defecto, por secciones o personalizados.

Por defecto

Este formulario se genera automáticamente tras crear el set de datos. Consiste en una lista de todos los elementos de datos con una columna a la derecha para introducir los valores. Si el elemento de datos contiene categorías, aparecerán varias casillas correspondientes a cada campo de la categoría.

Por secciones

Este tipo de formulario proporciona algo de flexibilidad de una manera muy rápida y sencilla. Esta basado en el uso de secciones para dividir el formulario en varias partes. Lo primero que hay que hacer es definir las secciones que van formar parte del formulario y cómo aparecerán ordenadas. Luego hay que asignar los elementos de datos a las secciones e indicar el orden relativo de cada elemento dentro de la sección. De este modo puede conseguirse un formulario claro y ordenado con muy poco esfuerzo.

Personalizado

Si es necesario conseguir una personalización mayor de la que proporciona el formulario por secciones deberá utilizarse este tercer tipo. El formulario personalizado está escrito en HTML y ofrece control completo de la apariencia que tendrá el formulario en pantalla. DHIS2 incluye un editor básico de HTML que permite crear un formulario al estilo de un documento MS Word. También permite escribir directamente en HTML.

Una gran ventaja de este formulario es que puede reproducirse fielmente la apariencia que tienen los formularios en papel. Esto hará que la entrada de datos sea mucho más sencilla y aceptable para los usuarios.

5.3.4. Indicadores

Los indicadores son elementos muy útiles para incluir dentro del análisis de datos. Su diferencia principal con los elementos de dato es que el valor de los indicadores no es introducido nunca de manera directa en DHIS2, sino que se calcula mediante combinaciones de la información en bruto guardada en el sistema. Su definición se realiza mediante una fórmula matemática compuesta de elementos de dato, constantes y operadores matemáticos.

Pueden definirse varios tipos de indicadores, y cada tipo se diferenciará en el *factor* de multiplicación que aplicará a la fórmula matemática y en un campo llamado *número*, el cual determinará si la expresión admite numerador y denominador o solo numerador[5]. Por ejemplo el tipo *porcentaje* multiplicará la expresión por 100 para que quede expresada como un porcentaje y admitirá tanto

[5]Si el valor de número es "sí", la expresión solo admitirá numerador. Esto es adecuado para indicadores que solamente sean sumas de elementos de dato. Por el contrario, si el valor es "no", admitirá tanto numerador como denominador.

numerador como denominador.

Un ejemplo de indicador podría ser el porcentaje de casos de Dengue que están confirmados o sospechosos sobre el número de casos totales. Se utilizaría el tipo de indicador *porcentaje* (factor = 100 y número = "no").

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Nº Casos confirmados} + \text{Nº Casos sospechosos}}{\text{Nº Casos totales Dengue}} * 100$$

Los indicadores pueden utilizarse conjuntamente con los elementos de datos para generar gráficos e informes.

Grupos de indicadores

Al igual que con los Elementos de dato, los indicadores también pueden ser clasificados en Grupos y Sets de Grupos. Esta clasificación ayuda a mantener organizados los indicadores y fácilmente accesibles dentro del sistema. Además también pueden ser utilizados en el análisis de datos, simplificándolo en gran medida.

5.3.5. Entrada de datos

Existen varias alternativas para introducir datos en DHIS2 según el dispositivo que se utilice y la disponibilidad de conexión a Internet.

- **Ordenador:** es la manera más cómoda de realizar la entrada de datos. Requiere disponer de un navegador web para acceder al servidor DHIS2. Necesita conexión con el servidor, ya sea a través de Internet si el servidor dispone de IP pública o través de una intranet. Además de la entrada de datos, esta es la manera apropiada de realizar todas las tareas de administración de DHIS2.

  Un característica importante es que tiene soporte para trabajar sin conexión durante la carga de datos: el usuario necesitará disponer de conexión para acceder a DHIS2 y descargar los formularios de entrada de datos; una vez se hayan descargado, el usuario podrá seguir cargando datos aunque existan cortes en la conexión; los datos quedarán almacenados en el navegador web, y cuando la conexión se restablezca la aplicación avisará al usuario de que existen datos almacenados en el navegador y ofrecerá la opción de enviarlos al servidor. Esto característica es muy útil para entornos en los que la conexión es inestable y sufre cortes con frecuencia.

- **Tablets, smartphones:** para este tipo de dispositivos existen dos opciones de acceso, ambas a través de un navegador web.

  - La primera consiste en acceder a la versión estándar de DHIS2, es decir, la misma a la que se accede desde un ordenador. Ofrece las mismas funcionalidades que el ordenador, aunque con una usabilidad muy baja debido al tamaño tan reducido de la pantalla.
  - La segunda opción busca mejorar la usabilidad de la aplicación, y consiste en acceder a una versión de DHSI2 adaptada a dispositivos móviles. Tiene una apariencia muy simplificada para poder ajustarse al tamaño de la pantalla y reducir el tráfico de datos, ya que habitualmente se accederá desde la red móvil. La entrada de datos está muy

simplificada y no ofrece funcionalidades de administración. El inconveniente es que no ofrece soporte para trabajar offline durante la carga de datos, y requiere una conexión estable.

- **Teléfonos móviles con soporte para aplicaciones Java J2ME:** DHIS2 incluye una aplicación cliente Java a través de la cual se puede realizar la entrada de datos. Esta aplicación debe estar instalada en el teléfono móvil para poder funcionar. Los datos se envían a través de la red móvil, por lo que es necesario disponer de una conexión GPRS/3G. No obstante tiene soporte completo para trabajar offline: es necesario disponer de conexión para descargar los formularios en el teléfono, pero una vez se hayan descargado se puede trabajar sin conexión e incluso cerrar y volver a abrir la aplicación; los datos quedan almacenados en la memoria del teléfono y se envían cuando exista conexión.
- **Teléfonos móviles con soporte para aplicaciones Java J2ME y transporte mediante SMS:** esta solución es la más compleja y requiere personalizar tanto el servidor DHIS2 como la aplicación Java que se instalará en el teléfono móvil. El transporte está basado en el envío de SMS, por lo que solamente es necesario disponer de conectividad GSM.

5.3.6. Almacenamiento de datos

Los datos en DHIS2 se almacenan junto a sus dimensiones. Un valor en DHIS2 queda identificado de forma unívoca mediante las dimensiones *elemento de dato*, *periodo* y *unidad organizativa*. Además se pueden añadir dimensiones personalizadas mediante el uso de categorías. En esta manera de almacenar datos hay que diferenciar entre los hechos y las dimensiones: el hecho es el valor del dato, típicamente numérico; las dimensiones forman el contexto del hecho, aquello que da significado a los valores.

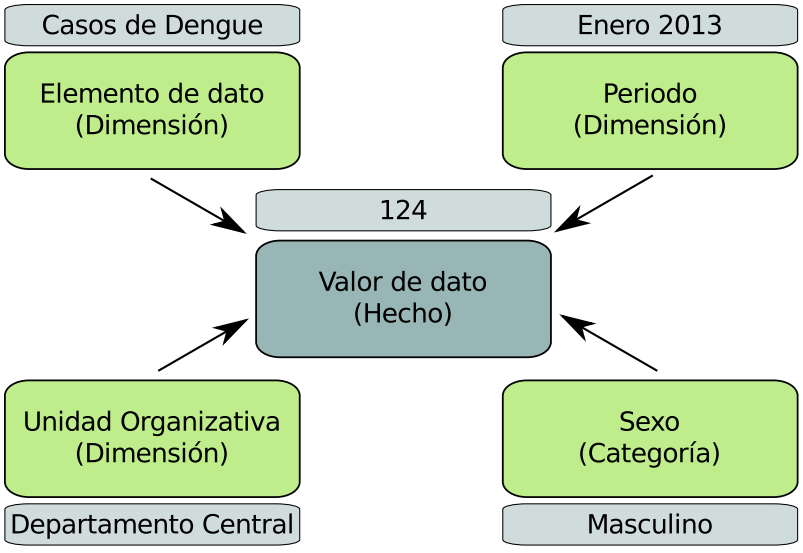


Figura 5.4: Almacenamiento de datos en DHIS 2

Como ya se ha adelantado, la relación entre los valores introducidos y los set de datos no se guarda explícitamente en la base de datos, pero es posible deducir si un valor pertenece o no a un set de datos comprobando sus dimensiones. Esta forma de almacenar los valores proporciona resultados significativos combinando varias tablas, aunque por otra parte hace que sea menos flexible.

Datamart

El datamart consiste en un conjunto de tablas que contienen una copia preprocesada de los valores agregados de los elementos de dato e indicadores almacenados en el sistema. Es decir, no solamente copia los valores almacenados en la base de datos, sino que además calcula sus valores agregados en el tiempo (semanas, meses, años,...) y en el espacio (establecimientos, distritos,...) y los guarda. EL objetivo del datamart es proporcionar datos preprocesados para que sean usados por las herramientas de análisis de DHIS2. Estas tablas se encuentran dentro de la propia base de datos de DHIS2.

Por tanto, antes de utilizar cualquier herramienta de análisis es necesario exportar el datamart. DHIS2 permite elegir los tipos de periodo que queremos exportar (semanas, meses,...), la fecha de inicio y fecha de fin del intervalo de datos y la unidad organizativa tope de la exportación[6]. Es posible automatizar la exportación del datamart de modo que se realice una vez al día[7].

El datamart es útil especialmente cuando la conexión a Internet no es fiable o el acceso al servidor de DHIS2 no es continuo. Mediante el uso de herramientas como Mydatamart, los usuarios pueden disponer localmente de una copia preprocesada de los datos sin necesidad de descargarse la base de datos completa. Mydatamart es una aplicación de escritorio que se conecta al servidor online de DHIS2, descarga los datos y metadatos y los almacena en una base de datos local. Una vez se realiza la primera descarga de datos, el resto de descargas son incrementales, es decir, solamente se descargan los datos nuevos. De este modo se reduce el tráfico de datos, lo cual es especialmente conveniente en entornos con conexiones a Internet no fiables. Los datos almacenados en Mydatamart pueden ser utilizados por herramientas de análisis externas, como MS Excel.

5.3.7. Análisis de datos

DHIS2 tiene integradas varias herramientas para el análisis de datos que permiten realizar desde sencillas gráficas con unos pocos clicks del ratón hasta complejos informes de apariencia personalizada.

Visualizador de datos

Es la herramienta para generar gráficos más sencilla, aunque muy completa, que incorpora DHIS2. Permite elaborar gráficos de barras, barras apiladas, líneas y tarta en unos pocos pasos. Hay que escoger el tipo de gráfico, determinar la asociación entre las dimensiones (elementos de datos/indicadores, periodos y unidades organizativas) y los parámetros de la gráfica (series[8], categorías[9] y filtros[10]). Estos parámetros pueden verse en el gráfico de ejemplo de la figura 5.5. Finalmente se eligen los elementos de cada una de las dimensiones. Una vez que el gráfico se haya generado existe la posibilidad de guardarlo para acceder a él en el futuro o compartirlo con otros usuarios. Además, si se han utilizado periodos relativos el gráfico será reutilizable a lo largo del tiempo, siendo diferente en función del instante temporal en el que se consulte.

[6] Se exportarán los datos de esa unidad organizativa y de todas aquellas que se encuentren por debajo de ella en la jerarquía.

[7] Menú -> Mantenimiento -> Administración de datos -> Planificación.

[8] Series: conjunto de elementos que se quieren visualizar para resaltar tendencias o relaciones entre ellos. En los gráficos de ejes representa la altura de la barra/punto; en los gráficos de tarta representa el área del sector.

[9] Categorías: conjunto de elementos cuyos datos queremos comparar.

[10] Filtros: valor único que se tomará para limitar la representación del gráfico a dos dimensiones.

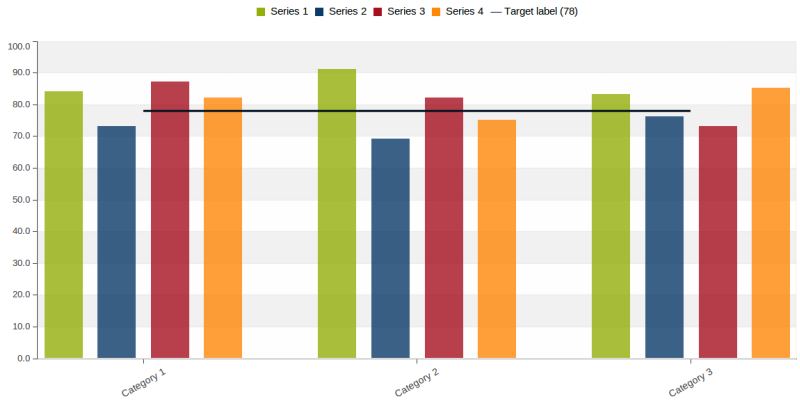


Figura 5.5: Visualizador de datos: gráfico de ejemplo

Tabla dinámica

A través de esta herramienta se pueden generar tablas dinámicas muy rápidas que podrán ser descargadas y procesadas en MS Excel posteriormente. Debe determinarse un grupo de elementos de datos o indicadores (no permite escoger elementos aislados), la fecha de inicio y la fecha de fin del intervalo que se quiere mostrar, el tipo de periodo[11] y la unidad organizativa (en caso de existir unidades hijas de la seleccionada, solamente aparecerán ellas en la tabla). Permite elegir qué es lo que aparecerá como columnas y como filas.

Tablas de informe

Estas tablas son algo más complejas que las anteriores y proporcionan más flexibilidad. Permiten escoger elementos de datos o indicadores de manera aislada, e incluso combinarlos entre ellos. Pueden utilizarse periodos relativos, haciendo que la tabla sea reutilizable a lo largo del tiempo. E incluye la posibilidad de utilizar "parámetros de informe", que deberán ser introducidos antes de generar la tabla. Como parámetros pueden utilizarse la unidad organizativa, lo que permite elegir la unidad a la que queremos referir el informe, y el periodo de presentación (esto tiene sentido si se utilizan periodos relativos).

DHIS2 permite exportar estas tablas en formato MS Excel, CSV[12], PDF[13] o JRXML (formato de informes Jasper, que se explicará un poco más adelante).

Informe de unidades organizativas

Muestra la distribución de unidades organizativas clasificándolas según los grupos de un determinado set de grupos. Los parámetros de entrada son el set de grupos y el área al que se referirá el informe. Puede descargase como MS Excel, PDF o CSV.

[11] Se refiere a semanal, mensual, anual,... En la tabla se representarán todos los periodos temporales de este tipo entre la fecha de fin e inicio. En el caso de periodos que no estén incluidos completamente en el intervalo temporal señalado, DHIS2 aplica un criterio propio para decidir si incluirlo o no en la tabla.

[12] Comma-separated values - Formato abierto sencillo para representar los datos en forma de tabla. Las columnas se separan por comas y las filas por saltos de línea.

[13] Portable Document Format - Formato de almacenamiento de documentos digitales independiente de plataformas de software o hardware.

Informe de tasas de notificación

Este informe es un indicador de cuántas unidades organizativas han rellanado sus set de datos en un periodo determinado y si lo han hecho puntualmente o no. Muestra valores absolutos y porcentuales. Puede descargarse como MS Excel, PDF o CSV.

Informe de Set de datos

Mediante este informe se obtiene una pantalla igual en apariencia al formulario de entrada de datos y cuyo contenido será el valor agregado para las unidades organizativas y periodo seleccionados. Puede descargarse como MS Excel y PDF.

Informe estándar

Éste es el informe más complejo de crear, aunque también el más personalizable. Permite escoger el tipo de gráficos que se representarán en el informe (barras, líneas, tarta, 3D, multieje,...) y todas sus propiedades, desde el color de las barras o líneas hasta la fuente y el tamaño de las etiquetas de los ejes. También permite incrustar tablas con los datos que se están representando. En cuanto a la distribución del contenido proporciona un control total, pudiendo mover y colocar cada elemento del informe sobre una hoja A4 (que será el resultado final).

El formato utilizado para los informes es Jasper (formato jrxml). Puede ser modificado directamente o a través de herramientas externas, como iReport[14]. Estas herramientas por lo general únicamente están disponibles en inglés y requieren un pequeño entrenamiento para poder utilizarlas correctamente.

Las fuente de los datos de este informe puede ser de dos tipos: una tabla de informe, es la opción más sencilla ya que el usuario no necesita tener conocimientos de programación para utilizarla; y sentencias SQL, que permiten una flexibilidad completa a costa de un mayor esfuerzo en su diseño. En ambos casos es posible determinar parámetros de informe para poder crear informes dinámicos y reutilizables.

SIG

DHIS2 tiene integrado un Sistema de Información Geográfica entre sus herramientas de análisis. Dado que la información almacenada en DHIS2 ya está clasificada espacialmente (unidades organizativas) y temporalmente (periodos), no es necesario realizar ningún trabajo extra una vez que el módulo SIG ya está configurado. Configurar el módulo SIG únicamente consiste en asignar coordenadas a cada unidad organizativa, ya sea en forma de polígonos (nación, departamento, distrito) o de puntos (hospitales, centros de salud,...).

El mapa está compuesto por cuatro capas: la primera es una capa de bordes y sirve para delimitar los contornos del país, departamentos o distritos; la segunda y la tercera son capas de contenido y permiten representar mediante colores el valor de un elemento de datos o indicador en un periodo concreto (los intervalos de la leyenda son configurables); y la cuarta es una capa de establecimientos y sirve para representar mediante círculos u otros símbolos las unidades organizativas del país según el grupo al que pertenezcan.

[14] `http://community.jaspersoft.com/project/ireport-designer`

5.4. Datos individuales

El módulo de seguimiento de paciente (o módulo de comunidad) ha sido una de las incorporaciones más recientes a DHIS2 y se encuentra en constante evolución, por lo que algunas de las funcionalidades que se describirán a continuación pueden verse rápidamente mejoradas con las nuevas versiones.

Este módulo nace de la necesidad de registrar datos individuales de los pacientes para realizar un seguimiento de los mismos a lo largo de los servicios prestados por el sistema de salud. El uso de datos agregados, necesario por una parte para realizar análisis estadísticos, carece por otra de información individual de cada caso, necesaria para realizar análisis más profundos. Por ejemplo, suponiendo dos variables que representan el número de casos de dos enfermedades diferentes, estaría bien conocer también el número de casos que han sufrido ambas enfermedades, algo imposible de saber utilizando únicamente datos agregados.

Este capítulo corresponde por tanto a la descripción del flujo de datos de la parte inferior de la figura 5.1.

5.4.1. Definición de paciente

El uso de datos individuales requiere de la existencia de una entidad llamada paciente[15], aunque como se verá más adelante también puede referirse a eventos anónimos.

En DHIS2 un paciente está definido, al menos, por los campos obligatorios "nombre", "fecha de nacimiento" y "género". Existen campos opcionales como "teléfono" o "identificador de historia clínica", y también permite definir campos nuevos para responder a las necesidades de cada sistema de salud así como establecer relaciones personalizadas entre los pacientes. La búsqueda de pacientes podrá estar basada tanto en un campo obligatorio como en un campo definido por el usuario.

Cada paciente en DHIS2 está relacionado con una de las unidades organizativas de la jerarquía. Esa será su "Unidad organizativa de registro".

5.4.2. Definición de programas

La entrada de datos individuales no se organiza mediante set de datos, como en el caso de datos agregados, sino a través de "Programas de salud". Cada programa de salud puede constar de una o de varias etapas. Un ejemplo de programa de salud podría ser la "Atención a los recién nacidos": la primera etapa sería el nacimiento, la segunda sería la revisión de los 7 días, la tercera sería la revisión del primer mes,...

Cada etapa del programa tiene asignada una lista con los elementos de datos que deben recogerse en esa etapa. Esta relación entre etapa y elemento de dato se mantiene a la hora de almacenar los valores en la base de datos: los valores quedan identificados de manera unívoca por el evento de etapa en el que fueron recogidos (el evento de etapa contiene a su vez información del paciente y de

[15]Existe un debate en la comunidad DHIS2 sobre el término correcto que se debería dar a esta entidad. Se contemplan *paciente*, *beneficiario* o, simplemente, *persona*. Por ser el más neutro, *persona* es un término aceptable para todas las circunstancias, pero no resulta natural en conversaciones médicas. En este PFC se utilizará el término *paciente*.

la unidad organizativa). Esto permite reutilizar los elementos de datos en las etapas del programa y en los programas. Por ejemplo, una elemento de datos llamado "Peso" puede ser reutilizado en todas las etapas del programa "Atención a recién nacidos" e incluso en otro programas.

Antes de introducir los datos el paciente debe ser registrado en el programa de salud. La unidad organizativa en la que está siendo atendido no debe necesariamente coincidir con la unidad organizativa en la que fue registrado. Al lugar donde se recibe la atención se le llama "Unidad organizativa de servicio".

DHIS2 permite definir tres tipos de programas de salud:

- **Varias etapas con registro:** este programa es apropiado para realizar un seguimiento de los pacientes a lo largo de varias etapas relacionadas entre sí. Requiere la creación de una entidad "paciente" para poder ir registrando la evolución del programa. Ejemplos habituales son la "Atención a los recién nacidos" o la "Atención durante el embarazo".
- **Etapa única con registro:** es un programa compuesto de una etapa y que guarda información sobre el paciente. Requiere la creación de una entidad "paciente" para poder incorporar este evento en su historial. Un ejemplo son las defunciones.
- **Etapa única sin registro:** este programa consta de una única etapa pero no necesita la creación de una entidad "paciente". La información introducida en cada evento del programa se guarda como un registro individual, pero no está relacionado con ninguno de los pacientes presentes en el sistema. Esto es útil para programas que necesiten guardar información individual pero que no tengan interés en identificar a la persona. Un ejemplo puede ser las investigaciones de casos de una enfermedad: es necesario conocer datos individuales, como síntomas o factores de riesgo, para identificar correlaciones, pero no es importante conocer datos personales de cada caso.

Al igual que con los set de datos, cada etapa del programa debe tener asignado un formulario de entrada de datos. Son aplicables los mismos casos vistos anteriormente: por defecto, por secciones y personalizado.

5.4.3. Entrada de datos

Para la entrada de datos individuales es aplicable lo mismo que se ha descrito para el caso de entrada de datos agregados (apartado 5.3.5), excepto por una característica importante: cuando se accede a la aplicación a través de un navegador web desde un ordenador o un smartphone no existe soporte para trabajar offline durante la entrada de datos. Esto hace que la aplicación no sea tan robusta en escenarios en que la conexión al servidor sea inestable y sufra cortes con frecuencia. No obstante, el equipo de desarrollo de DHIS2 tiene planeado incorporar este soporte con el lanzamiento de la versión 2.12[16].

La única alternativa para realizar la entrada de datos sin conexión al servidor es utilizar el cliente Java para teléfonos móviles. De esta manera se pueden introducir datos en cualquier momento y enviarlos al servidor cuando la conexión esté disponible.

[16]Prevista para el 1 de Junio de 2013.

5.4.4. Visualización de datos

La forma más sencilla de visualizar los datos individuales es mediante el acceso a los registros de cada paciente. Se obtiene una pantalla con la apariencia que se haya definido en el formulario de entrada de datos de esa etapa. En el caso del programa de "varias etapas con registro" aparecerá el listado de etapas del programa ordenadas cronológicamente coloreadas según su estado (completas, incompletas, programadas,...).

Para obtener en una tabla un listado de los pacientes con sus datos individuales de una etapa de un programa puede utilizarse el "informe tabular". Permite exportar la tabla en formato MS Excel para hacer un análisis externo de los datos.

5.4.5. Agregación

Los datos individuales no pueden ser utilizados directamente para presentar en informes estadísticos o dibujar en gráficas. La Agregación consiste en obtener datos estadísticos/agregados tomando como base datos individuales. Es el nexo de unión entre los dos flujos de datos de la figura 5.1. Los nuevos datos agregados que se generan como resultado del proceso son tratados, a partir de ese momento, de igual manera que los datos agregados introducidos manualmente en lo que se refiere a almacenamiento y análisis.

La agregación en DHIS2 se basa en la ejecución de órdenes de agregación. Una orden de agregación es una sentencia lógica que determina si un determinado caso individual debe ser tenido en cuenta o no (por lo general, el valor resultante es una cuenta del número de casos que cumplen la condición). Para poder guardar estos valores obtenidos como datos agregados dentro de DHIS2, será necesario seguir los pasos descritos para los datos agregados: cada orden de agregación deberá estar asociada a un elemento de datos en el cual guardará el valor resultante de su ejecución; además, estos nuevos elementos de datos deberán estar contenidos en un nuevo set de datos.

Las órdenes de agregación pueden ejecutarse manualmente. Para ello hay que especificar el set de datos para el cual se quiere obtener valores agregados, la fecha de inicio y la fecha de fin del intervalo de agregación y la unidad organizativa tope de la agregación. Los valores obtenidos quedarán guardados en la base de datos en la manera en que se guardan los datos agregados.

Para poder entender mejor este proceso, a continuación se presenta un escenario de ejemplo con órdenes de agregación:

1. Se ha definido en el sistema un programa de salud sin registro con una sola etapa, la cual contiene 3 elementos de datos individuales (nombre, sexo, resultado).
2. Se han introducido los registros individuales representados en la tabla 5.1
3. Se han creado dos elementos de datos agregados: Casos positivos y Casos positivos femeninos
4. Se ha definido un set de datos que contiene a los dos elementos anteriores y que está asociado a la misma unidad organizativa en la que han recogido los registros individuales. El periodo del set de datos es **mensual**
5. Se han creado las reglas de agregación representadas en la tabla 5.2

Fecha	Nombre	Sexo	Resultado
10-01-2013	Pedro	M	Positivo
15-01-2013	Luis	M	Negativo
17-01-2013	Marta	F	Positivo
24-01-2013	Laura	F	Pendiente
05-02-2013	Sara	F	Positivo

Tabla 5.1: Agregación: registros individuales de ejemplo

Nombre	Orden	Elemento de dato
Casos positivos	Pertenece al programa de prueba AND Resultado = 'Positivo'	Casos positivos
Casos positivos femeninos	Pertenece al programa de prueba AND (Resultado = 'Positivo' AND Sexo = 'F')	Casos positivos mujeres

Tabla 5.2: Agregación: ordenes de agregación de ejemplo

A continuación se ejecutan las órdenes de agregación escogiendo como intervalo temporal todo el año 2013. Los valores quedarán guardados en la base de datos como datos agregados, es decir, con referencias a sus tres dimensiones. En este caso la dimensión que puede resultar más confusa es la temporal, que está condicionada por el periodo que se le haya asignado al Set de datos. El resultado de la agregación quedaría guardado en la base de datos tal y como se representa en la tabla 5.3.

Elemento de dato	Unidad Org	Periodo	Valor
Casos positivos	Unidad ejemplo	Enero 2013	2
Casos positivos	Unidad ejemplo	Febrero 2013	1
Casos positivos femeninos	Unidad ejemplo	Enero 2013	1
Casos positivos femeninos	Unidad ejemplo	Febrero 2013	1

Tabla 5.3: Agregación: resultado de agregación de ejemplo

La agregación manual es útil para situaciones puntuales, como las fases de prueba de órdenes de agregación, o cuando se quiere hacer un análisis inmediato de datos recién introducidos. Para el resto de situaciones en que no se necesita una disponibilidad inmediata de los valores agregados, DHIS2 proporciona la opción de ejecutar el listado de órdenes de agregación de manera automática una vez al día. De este modo los datos individuales introducidos en el sistema a lo largo del día estarán disponibles automáticamente como datos agregados al día siguiente.

5.5. Otras características

5.5.1. Roles y usuarios

DHIS2 permite el acceso de varios usuarios simultáneamente. Dado que el acceso se realiza a través del navegador web, DHIS2 incorpora un gestor de roles y usuarios para controlar qué usuarios

pueden entrar y qué privilegios tendrá cada uno. Esta configuración es muy sencilla y se realiza completamente a través de la interfaz web.

Los privilegios se escogen de una lista detallada que incluye todas las acciones que pueden realizarse en DHIS2. Los módulos para los que un usuario no tenga permisos quedarán invisibles. Los usuarios también pueden estar asociados a una o varias unidades organizativas, de modo que solamente podrán introducir o consultar datos en ellas.

Cada usuario dispone de un perfil propio en DHIS2 que es compartido con el resto de usuarios. Puede personalizar su pantalla de inicio, guardar y compartir gráficos, mapas e informes, o escribir mensajes internos a otros usuarios.

También cuenta con la opción de permitir que personas ajenas al sistema se auto-registren para que puedan consultar gráficos o informes de interés general.

5.5.2. Web API

La Web API[17] es un componente de DHIS2 que permite que sistemas externos puedan consultar y modificar los datos almacenados en la base de datos. Proporciona una interfaz de acceso a una amplia variedad de datos y servicios de DHIS2.

La interacción con la Web API se realiza mediante peticiones HTTP[18] utilizando los verbos estándar: GET cuando se quiere obtener algún dato, POST en caso de que se quiera crearlo, PUT cuando para actualizarlo y DELETE para borrarlo.

A cada elemento accesible a través de la Web API se le llama recurso. Cada recurso está identificado de manera unívoca mediante un URI[19] y puede ser obtenido en diferentes representaciones (HTML, XML[20], JSON[21], PDF y MS Excel) indicándolo en la cabecera de la petición HTTP.

Las credenciales de autenticación se envían en el campo *Authorization* de la cabecera HTTP. Tanto el usuario como la contraseña son enviadas en texto plano, sin encriptar, por lo que es recomendable usar la Web API únicamente cuando el servidor está usando una conexión segura (HTTPS).

Entre los recursos accesibles a través de la Web API están los elementos de datos, unidades organizativas, set de datos, indicadores, informes, mapas o gráficos guardados como favoritos o los mensajes entre usuarios. Es importante destacar por el momento solo es posible acceder y modificar los datos agregados; los datos individuales aún no está presentes en la Web API.

[17] Application Programming Interface (Interfaz de programación de aplicaciones) - Es un conjunto de funciones y procedimientos o métodos que pueden ser utilizados por un software externo como capa de abstracción.
[18] Hypertext Transfer Protocol - Protocolo utilizado para realizar transacciones en la World Wide Web.
[19] Uniform Resource Identifier (Identificador uniforme de recursos).
[20] Extensible Markup Languaje - Lenguajes de marcas similar a HTML pero con funciones adicionales, como soporte para bases de datos.
[21] JavaScript Object Notation - Es un formato ligero para el intercambio de datos.

6 Estudio del Sistema de Información en la DGVS

Una vez realizada la descripción del apartado 2.3.3 sobre la situación de los Sistemas de Información dentro del MSPyBS en la que se explican los antecedentes más importantes en los últimos años y un poco la estructura general del SINAIS/SNIES, en este capítulo se va a estudiar más en detalle la situación actual de los Sistemas de Información utilizados dentro de la Dirección General de Vigilancia de la Salud.

Para la realización de este análisis se hará un recorrido a lo largo del flujo de datos de la información que es tratada dentro de la DGVS. Se escogerán algunos de los programas de vigilancia que están a cargo de la DGVS como elementos conductores a lo largo de los procesos de notificación, almacenamiento y análisis.

En el primer apartado se hará una descripción general de los diferentes tipos de notificación que tienen lugar en la DGVS. En el segundo se describirá con más detalle el flujo de información en los programas que se han escogido como elementos conductores. El tercer apartado tratará sobre los principales problemas encontrados en el flujo de datos.

Finalmente, el cuarto apartado presentará algunas iniciativas software que se están llevando a cabo actualmente y que están relacionadas de manera directa con el Sistema de Información de la DGVS.

6.1. Situación del SIS en la DGVS

La Dirección General de Vigilancia de la Salud es la responsable de ofrecer información permanente sobre la situación de las enfermedades sujetas a vigilancia. Esta información debe guiar la toma de decisiones y la ejecución de acciones encaminadas a prevenir, controlar y eliminar estas enfermedades. En la DGVS se centralizan las notificaciones de todo el país de las enfermedades que deben ser vigiladas.

Para la identificación del flujo de información dentro de la DGVS se escogerán algunas de las enfermedades que están sujetas a vigilancia[1] y se utilizarán como elemento conductor a lo largo de todo el proceso.

Las notificaciones que llegan a la DGVS generalmente pueden ser clasificadas en dos tipos:

[1]Fichas de notifiación de la DGVS: `http://www.vigisalud.gov.py/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=5&Itemid=160`

- de *notificación individual inmediata*, que son realizadas en el momento en el que se descubre la enfermedad y muestran información relativa a un caso concreto (**datos individuales**).
- de *notificación semanal*, que no notifican individualmente los casos de las enfermedades sino que envían de manera periódica el número de casos totales de cada enfermedad que se han detectado durante ese periodo (**datos agregados**).

Cada notificación trata con un tipo diferente de datos (agregados e individuales). Estos tipos de datos coinciden con los que es capaz de manejar DHIS2 (apartados 5.3 y 5.4). Para la realización del estudio, por tanto, parece lógico analizar la adaptación de DHIS 2 en ambos escenarios.

Además, dentro de la notificación individual la vigilancia puede realizarse de dos métodos según sean las fuentes de notificación:

- *vigilancia universal:* todos los establecimientos de salud del país, desde el nivel más bajo hasta el más alto, son responsables de realizar la notificación de los casos.
- *vigilancia centinela:* se escogen algunos centros de salud (centros centinela) y únicamente son ellos los que realizan la notificación de los casos.

Por tanto, y con el objetivo de realizar un estudio lo más completo posible sobre la viabilidad de utilizar DHIS2 en la DGVS, se escogerá una notificación representativa de cada uno de los tipos de vigilancia vistos arriba. Las notificaciones escogidas han sido estas:

- Datos agregados: Planilla Semanal Notificación Obligatoria (PSNO).
- Datos individuales y vigilancia universal: Notificación Síndromes Febriles Agudos.
- Datos individuales y vigilancia centinela: Notificación Infecciones Respiratorios Agudas Graves (IRAG).

6.2. Identificación del flujo de datos

Antes de entrar en la descripción individual de cada notificación se identificarán los elementos del flujo de datos que son comunes a todas las vigilancias de la DGVS (excepto la vigilancia de IRAG que dispone de sus propios mecanismos de recogida, almacenamiento y análisis).

La Unidad de Gestión de Datos (UGD) es el departamento responsable del tratamiento de la información de casi todas las vigilancias que tienen entrada en la DGVS. Pueden recibir notificaciones de cualquier parte del país, habitualmente en formato físico (fax o correo postal) y pocas veces en formato digital (correo electrónico). Son los encargados de digitalizar toda la información que se encuentre en papel y unificar en una sola tabla las notificaciones de todo el país. Para las bases de datos se utiliza una hoja de MS Excel, la cual queda almacenada en los ordenadores de la UGD.

Para la elaboración de los gráficos y tablas se utilizan de igual modo las hojas MS Excel. Esta herramienta permite realizar de un modo muy sencillo los análisis de información más frecuentes. Generalmente para cada vigilancia cuenta con un fichero MS Excel en el que la primera hoja

contiene todos los datos (a modo de base de datos) y el resto de hojas tienen gráficos y tablas predefinidas que toman como fuente los datos de la primera. Esta es una manera muy sencilla y rápida de realizar análisis, ya que basta con modificar la información en la primera hoja y actualizar el resto de tablas. Además es bastante sencillo encontrar personal administrativo con conocimientos en el uso de MS Excel.

Los mapas son elaborados utilizando los softwares de información geográfica ArcGIS/ArcView[2], aunque poco a poco se está comenzando a utilizar la solución de software libre gvSig[3].

El medio de difusión más importante de la información epidemiológica es el Boletín Epidemiológico, que es publicado todas las semanas por la DGVS. La primera parte del boletín hace referencia a la situación de las enfermedades de notificación obligatoria, información que es obtenida mediante la PSNO. El contenido del resto del boletín es variable. Generalmente existe una sección dedicada a la situación del Dengue dentro de Paraguay, la cual cobra especial importancia durante los meses más calurosos en los que se registra el mayor número de notificaciones de Dengue. La vigilancia de IRAG también tiene un apartado propio en el que se describe su situación, con mayor número de casos en los meses fríos.

6.2.1. Planilla de Notificación Semanal Obligatoria

Es uno de los instrumentos más importantes para la recolección de datos a nivel nacional. Esta planilla contiene los casos notificados en una región sanitaria durante una semana epidemiológica de las enfermedades de notificación obligatoria. A través de esta planilla se puede visualizar el comportamiento y la tendencia de estas enfermedades, y diseñar acciones para su prevención y control.

La DGVS recibe cada miércoles antes de las 12:00 una ficha de notificación procedente de cada una de las regiones sanitarias del país. En cada una de ellas existe una Unidad Epidemiológica, la cual se encarga de agregar la información procedente de todas las unidades notificantes dentro de su región sanitaria en una Planilla Semanal de Notificación Obligatoria. Una vez se ha agregado toda la información en la planilla se hace llegar a la DGVS. En este punto pueden ocurrir dos cosas:

- Que la unidad epidemiológica cuente con la infraestructura técnica y humana necesaria para digitalizar la planilla en formato MS Excel y hacerla llegar a la DGVS a través del correo electŕonico.
- Que la unidad epidemiológica no cuente con esa infraestructura y envíe directamente la planilla en papel mediante fax. La DGVS será la encargada de digitalizar esa información.

Todas las notificaciones se agregan en la UGD en un único fichero MS Excel, que hace la función de base de datos. El formato de la hoja MS Excel es una tabla en la que las columnas representan las enfermedades notificadas y cada fila es un registro para una región sanitaria y una semana epidemiológica.

La planilla de notificación está divida en dos tablas: en una de ellas están las enfermedades para las que únicamente se necesita notificar el total de casos nuevos a la semana; en la otra se encuentran las enfermedades para las que es necesario hacer una notificación inmediata de cada

[2] `http://www.esri.com/software/arcgis/arcview`.
[3] Sistema de Información Geográfica de software libre. `http://www.gvsig.com/`.

caso, además de la notificación semanal (en su mayor parte codificadas siguiendo la norma CIE-10[4]). Además de esas dos tablas también incluye un campo llamado "Total servicios notificantes", que muestra el número de servicios que han realizado la notificación durante esa semana en esa región sanitaria.

Diarrea	< 5años con deshidratación		Gripe	< 5 años	
	< 5años sin deshidratación			> 5 años	
	> 5años con deshidratación		Enfermedad de Chagas		
	> 5años sin deshidratación		Paludismo		
IRA < 5 años	No neumonía		Leishmaniasis Mucocutánea		
	Neumonía		Leptospirosis		
	Neumonía Grave		Conjuntivitis epidémica		
IRA > 5 años	No neumonía		VIH (Virus de Inmunodeficiencia Humana		
	Neumonía		SIDA (Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida		
	Neumonía Grave		Sífilis congénita		
Hepatitis	A		Sífilis embarazada		
	B		Sífilis otras edades		
	C		Varicela		
	Otras		Tuberculosis pulmonar con basilos +		
	No especificado				
Rubeola	Congénita				
	Embarazada				
	Otras edades				

Tabla 6.1: Enfermedades de notificación de casos nuevos

Código	**Enfermedad**	**Nº**	**Código**	**Enfermedad**	**Nº**
A00	Cólera		A23	Brucelosis	
A95	Fiebre amarilla		A22	Carbunco humano	
A20	Peste		A90	Dengue clásico	
A80	Poliomielitis		A91	Fiebre hemorrágica dengue	
	Parotiditis		A36	Difteria	
	Parálisis Aguda Fláccida		A03-05	Enf. Trans. por alimentos	
B05-06	Enf. Febril Eruptiva		B65	Esquistosomiasis	
A33	Tétanos neonatal		A01	Fiebre Tifoidea	
A98.5	Hantavirus		T60	Intoxicación por pesticidas	
B55	Leshmaniasis visceral		A35	Tétanos otras edades	
U04.9	SARS		A82	Rabia humana	
G00	Meningitis bacteriana		A37	Tos convulsa	
G00.0	Mening. Haemophilus Tipo B			Muerte materna	
A39	Meningitis meningocóccica			Rabia canina	
A87	Meningitis viral			S.R.I.	
A17	Meningitis a T.B.C. < 5años			S.R.E.	

Tabla 6.2: Enfermedades de notificación obligatoria inmediata y semanal

6.2.2. Ficha Notificación Síndromes Febriles Agudos

Esta ficha de notificación es la utilizada para realizar la vigilancia del enfermedades febriles: Dengue, Fiebre Amarilla, Paludismo, Leptospirosis y Hantavirus. Esta vigilancia es la más importante dentro de todas las notificaciones individuales inmediatas, ya que incluye la vigilancia del Dengue. En torno a 9 de cada 10 notificaciones individuales registradas en la DGVS están relacionadas con esta enfermedad.

[4]Clasificación Internacional de Enfermedades, décima version. Publicada por al Organización Mundial de la Salud. Determina la clasificación y codificación de las enfermedades y una amplia variedad de signos, síntomas, hallazgos anormales, denuncias, circunstancias sociales y causas externas de daños y/o enfermedad.

La notificación de estos eventos debe realizarse de manera inmediata y por el medio de comunicación más rápido posible. Todos los establecimientos de salud deben enviar la notificación a la DGVS tan pronto como sea posible. Este envío puede realizarse a través de la Unidad Epidemiológica Departamental, la cual remitirá la notificación a la DGVS, o bien de manera directa a la DGVS, como es el caso de algunos hospitales privados. En la UGD se digitalizan las fichas de notificación en una hoja MS Excel, que de igual modo hace la función de base de datos.

El proceso de notificación se divide en tres etapas:

- Notificación de la sospecha: se realiza en el momento de descubrir un caso sospechoso. Se envía la ficha de notificación con los datos de la persona que realiza la notificación, la información personal del paciente y datos clínicos y epidemiológicos del paciente.
- Pruebas de laboratorio: consiste en la realización de pruebas para las enfermedades de las que es sospechoso el paciente.
- Cierre de caso: basándose en los resultados de las pruebas de laboratorio, se elabora un diagnóstico y se cierra el caso.

En la figura 6.1 (final del capítulo) puede verse la ficha de notificación completa.

6.2.3. Ficha Notificación Infecciones Respiratorias Agudas Graves

El tercer programa de salud que se va a estudiar es la vigilancia de Infecciones Respiratorias Agudas Graves (IRAG). Esta vigilancia es de tipo centinela, lo cual quiere decir que solamente los establecimientos de salud que hayan sido seleccionados serán los encargados de realizar la notificación. Este tipo de vigilancia es opuesto a la vigilancia universal vista anteriormente en la que todos los establecimientos de salud tenían el deber de notificar los casos sospechosos.

La vigilancia de IRAG cuenta con una cierta independencia dentro la DGVS y utiliza un sistema de información propio. Los centros centinela que conforman su red de vigilancia cuentan con la infraestructura técnica y humana suficiente para poder realizar la notificación de manera adecuada. Todos los centros tienen con un ordenador, una impresora, un módem USB para conectarse a Internet a través de la red móvil y una persona dedicada a realizar la notificación de los casos.

Los centros centinela seleccionados para realizar la notificación son: Hospital Regional Ciudad del Este, Hospital Regional Pedro Juan Caballero, Hosptial Barrio Obrero, Hospital Central Instituto de Previsión Social, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y Ambientales (INERAM), Instituto de Medicina Tropical (IMT), Hospital Regional Coronel Oviedo, Hospital Nacional Itauguá, Hospital General Pediátrico Acosta Ñu y Hospital Regional Encarnación.

Las etapas de notificación son las siguientes:

- Notificación de la sospecha: se realiza en el momento de descubrir un caso sospechoso. Se envía la ficha de notificación con los datos de la persona que realiza la notificación, la información personal del paciente y datos clínicos y epidemiológicos del paciente.
- Pruebas de laboratorio: consiste en la realización de pruebas para las enfermedades de las que es sospechoso el paciente.

- Cierre de caso: basándose en los resultados de las pruebas de laboratorio, se elabora un diagnóstico y se cierra el caso.

En la figura 6.2 (final del capítulo) puede verse la ficha de notificación completa.

6.3. Problemas principales del Sistema de Información

El actual Sistema de Información de la DGVS sufre una serie de problemas que hacen que no sea todo lo eficaz que podría ser. Algunos de ellos son consecuencia del sistema actual y podrían solucionarse con un cambio de sistema. Pero hay otros que, si no se toman medidas al respecto, podrían perpetuarse tras el cambio e incluso hacer peligrar su viabilidad.

Infraestructura técnica

El acceso a Internet fuera de los núcleos urbanos urbanos está a menudo muy limitado o es inexistente. Esto es una gran barrera para la implementación de cualquier Sistema de Información basado en una aplicación web, como es DHIS2. Afortunadamente el MSPyBS está en proceso de dotar de acceso a Internet al menos a todas las Unidades Epidemiológicas Regionales. Este acceso consiste en un módem USB para la conexión con Internet móvil, aprovechando así la rápida difusión y fortalecimiento que han tenido las redes de telefonía móvil en los últimos años. Aún así, esta conexión sigue siendo inestable y sufriendo micro-cortes durante el servicio. En los establecimientos de salud de niveles inferiores la conectividad a Internet es prácticamente inexistente. En lo que respecta al equipamiento informático, las Unidades Epidemiológicas cuentan habitualmente con ordenadores para poder realizar la carga de datos.

Problemas humanos

El proceso de notificación de eventos es crucial para poder determinar la evolución de las enfermedades y poder planificar medidas de control. Esto a menudo no es valorado en su justa medida por los responsables de realizar la notificación, lo que provoca notificaciones incompletas o de mala calidad.

En el estudio "Calidad del llenado de la Planilla Semanal de Notificación Obligatoria" [21] se destaca que únicamente el 75 % de las fichas de notificación se rellenan de manera correcta, lo cual es un porcentaje bastante bajo para un sistema que basa la toma de decisiones en el contenido de estas fichas. El problema más frecuente que se ha encontrado en el llenado de las fichas es la "letra ilegible", seguido de la omisión del campo "cantidad de casos". El uso del papel para el llenado de las fichas ayuda a perpetuar estos problemas, ya que admite que se introduzca cualquier valor en los campos de planilla y no es posible establecer reglas que controlen el llenado de los campos obligatorios.

También se ha identificado que no existe un sistema de revisión eficaz en las Unidades Epidemiológicas Regionales para controlar la calidad de los datos de la planilla semanal, lo cual provoca la propagación de errores hasta el nivel central, donde ya son muy difíciles de detectar y rastrear.

Sobre las fichas de notificación individual, se han detectado problemas en cuanto al contenido de las propias fichas. En ellas existen algunos campos que los notificadores dejan en blanco de manera habitual por no ser de gran interés en la notificación. También se ha identificado como un

problema la falta de homogeneidad en el formato de las distintas fichas de notificación, lo que hace que los procesos de digitación y análisis de datos sean más complejos al tener que estar adaptados a cada una de ellas en particular.

6.4. Software en desarrollo

En este apartado se estudiarán las iniciativas que se están desarrollando actualmente relacionadas con los Sistemas de Información dentro de la DGVS.

6.4.1. Estudio del software SIDGVS

El software Sistema Informático de la Dirección General de Vigilancia de la Salud (SIGDVS) es el resultado de una consultoría informática iniciada en 2011 por el MSPyBS. Cuenta con fondos de la Agencia Estadounidense de cooperación (USAID) y con el apoyo del Centro de Información y Recursos para el Desarrollo (CIRD). La elaboración de este software se encuentra dentro del Programa de Fortalecimiento del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS).

El SIDGVS es una herramienta web, multiusuario, que permite la captura, validación, transferencia y procesamiento de datos de vigilancia sanitaria. Permite administrar la información de la Planilla Semanal de Notificación Obligatoria, las Fichas Epidemiológicas Individuales y los registros de los resultados de laboratorio.

El sistema tiene los siguientes objetivos [22]:

- Administrar las Planilla Semanal de Notificación obligatoria.
- Administrar las Fichas epidemiológicas individuales.
- Incluir las interfaces para su integración con el Sub Sistema de Información de Servicios de Salud (Sub componentes Hospitalización y Área Ambulatoria).
- Elaborar reportes y cuadros fijos de Notificación Obligatoria según enfermedades a nivel Nacional, Regional o Distrital.
- Elaborar cuadros configurables y generación automática de tablas con información no presente en los cuadros fijos.
- Incluir la posibilidad de visualizar los cuadros y reportes por pantalla, imprimirlos en papel, exportarlos a MS Excel o copiarlos en un documento MS Word o MS PowerPoint.
- Empaquetar datos para su envío desde los nodos regionales hasta el servidor central, y viceversa.
- Administrar los usuarios, permitiendo la gestión de privilegios y contraseñas.
- Controlar el acceso de los usuarios.

SIDGVS está adaptado específicamente al contexto de la DGVS. Es una herramienta que está preconfigurada con todas las fichas de notificación de las enfermedades que vigila la DGVS. De igual modo, también tiene incorporada una lista de cuadros y reportes con aquellos que se utilizan de forma más habitual. A continuación se hará una descripción más detallada.

Fichas de notificación

Cada una de las fichas de notificación que maneja la DGVS actualmente tiene su respectiva ficha en este sistema, intentando asemejar su apariencia a la que tiene en el papel. Cada una de las fichas en el SIDGVS constituye un módulo, y cada módulo lleva asociado un fichero PHP que se ejecutará cuando se quiera realizar la notificación de esa enfermedad.

SIDGVS tiene incorporadas tanto la Planilla de Notificación Semanal Obligatoria como las Fichas de Notificación Individual, cada una con su fichero PHP propio. Gracias a su estructura modular es posible añadir nuevas fichas de notificación a las ya existentes. Para definir una nueva ficha es necesario definir cómo mínimo dos cosas:

- El nombre de la enfermedad que se va a notificar.
- El fichero PHP asociado a esa enfermedad.

La dificultad aquí, por tanto, reside en que es necesario escribir un fichero PHP para añadir una notificación. Esto requiere de la participación de una persona con habilidades de programación PHP y con un conocimiento técnico suficiente sobre SIDGVS para poder escribir un fichero compatible con su estructura.

También permite, de manera opcional, limitar la notificación de esa enfermedad a un intervalo de edades y determinar una serie de rangos para clasificar la situación de la enfermedad en normal, alerta o epidemia.

Una característica a destacar del sistema es la identificación de pacientes. A la hora de rellenar los datos de paciente en la ficha de notificación existe la posibilidad de realizar una búsqueda basada en la cédula de identidad conectando con la base de la Policía. Si la cédula es encontrada, la información de paciente se rellena de forma automática, evitando de este modo tener que introducir de nuevo información ya existente y eliminando la posibilidad de realizar errores de escritura en esta parte.

Como se vio en los apartados 6.2.2 y 6.2.3 para el caso de Síndromes Febriles Agudos e Infecciones Respiratorias Agudas Graves, las fichas de notificación habitualmente incluyen un campo de Resultados de Laboratorio. SIDGVS trata este campo como un módulo independiente del resto de la ficha. Cada resultado de laboratorio es una entidad en sí misma y es accedido a través de un apartado específico. Está relacionado mediante un identificador con la ficha de notificación a la que corresponde.

También se tratan de manera particular los campos de Síntomas y Factores de Riesgo. El sistema contiene una única lista de Síntomas y una única lista de Factores de Riesgo. Los elementos de estas listas pueden ser modificados, agregados o eliminados a través del navegador web fácilmente por cualquier usuario. Estos elementos serán reutilizados por las fichas de notificación, de modo que solamente es necesario definirlos una única vez.

Cuadros y reportes

SIDGVS incluye algunos cuadros y reportes preconfigurados en el sistema, del estilo “Distribución de notificaciones por: enfermedades, regiones sanitarias, distritos,...”. Estos son informes generados habitualmente por la DGVS y que cubren muchas de sus necesidades actuales. Su estructura, al igual que las fichas de notificación, es modular, por lo que cada cuadro o reporte

llevará asociado un fichero PHP.

La lista de cuadros y reportes puede ser extendida mediante la adición de un nuevo módulo. Para ello, al igual que con las fichas de notificación, es necesario entregar al sistema el fichero PHP asociado, con la dificultad técnica que eso conlleva.

Todos los cuadros o reportes pueden ser devueltos en formato web, MS Excel y PDF. También permite generar algunos gráficos sencillos (gráfico de tarta, de barras y de líneas) a partir de las tablas de datos directamente a través de la interfaz web.

Cuenta con un apartado llamado "Listas Post-Proceso" que permite obtener en un fichero MS Excel todos los registros de una determinada enfermedad especificando las fechas de inicio y final. De este modo se podrán seguir utilizando las mismas herramientas de análisis en MS Excel que se utilizaban anteriormente. Esto es muy útil para realizar el paso de MS Excel al nuevo sistema de una manera gradual.

En el diseño de la aplicación también se contempla la creación de mapas epidemiológicos integrados dentro del propio sistema. Estos mapas utilizan la información almacenada dentro del sistema y la representan geográficamente.

Dependencia de Internet

SIDGVS es una herramienta a la que se accede a través de un navegador web, por lo que es necesario que los usuarios finales dispongan de una conexión a internet. No proporciona la posibilidad de trabajar offline, y cuando la conexión a Internet se corta (situación habitual debido a la inestabilidad de Internet Móvil fuera de la capital) no es posible continuar trabajando y cargar los registros rellenados. Cuando esto sucede, si el usuario que está realizando la carga mantiene en pantalla la ficha que está rellanando y espera a que la conexión se restablezca podrá conservar los datos que ya había introducido; de otro modo los perderá y tendrá que volver a introducirlos.

Almacenamiento de los datos

SIDGVS almacena los datos en una base de datos PostgresSQL. Cada ficha de notificación tiene una tabla asociada y cada uno de los campos de la ficha tiene su correspondiente columna en esa tabla. Por tanto, todos los datos contenidos en una misma ficha de notificación son guardados como una fila de la tabla.

6.4.2. Sistema de vigilancia epidemiológica comunitaria Bonis

El sistema Bonis [23], en desarrollo actualmente, es el resultado de un proyecto de investigación y cooperación entre el Grupo Multimedia-EHU de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad del País Vasco, el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud de la Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica de la UNA y la Dirección General de Vigilancia en Salud del MSPyBS de Paraguay.

Este sistema nace como respuesta a la necesidad de agilizar el proceso de notificación de los casos sospechosos de síndromes febriles. El método de búsqueda de casos sospechosos estaba basado en la visita rutinaria de las agentes comunitarias a los hogares. Los resultados eran recogidos en una planillas que se hacían llegar a la DGVS en formato papel (fax, correo postal,...). El retardo

introducido por este método de trabajo provocaba que las acciones de control y bloqueo llegasen tarde en muchos casos.

Bonis busca aprovechar la gran difusión que están teniendo las redes de telefonía móvil para agilizar el proceso de notificación y convertir la búsqueda rutinaria de casos en una acción proactiva. La notificación de un caso se realiza mediante una llamada telefónica. A través una serie de preguntas breves, el usuario registrará sus datos personales y los datos referidos a su caso (factores de riesgo, síntomas,...). A continuación se describe más en detalle el funcionamiento del sistema.

Bonis está formado por tres componentes software principales, todos de software libre, alojados en servidores dentro de las dependencias de la DGVS:

- Asterisk: central telefónica con servicio de voz sobre IP.
- Script PHP: script que controla el flujo de la llamada entrante y las aplicaciones web a través de las cuales se accede a la información de las notificaciones.
- Mysql: gestor de bases de datos.

El proceso de notificación se inicia, por tanto, con una llamada telefónica por parte del usuario. Proporciona la opción de elegir idioma guaraní o castellano. Tras un serie de nueve preguntas breves sobre signos y síntomas, definidas por un grupo de epidemiólogos, el sistema guardará la información en la base de datos. A partir de ese momento, el personal sanitario que tenga acceso a la aplicación web de Bonis podrá consultar esa información. La información de interés variará según el tipo de personal sanitario que acceda a ella. Para ello la aplicación web ofrece tres servicios:

- Llamadas-Pacientes-Seguimiento: permite consultar la información registrada de las llamadas recibidas, generar un listado con los pacientes que cada agente tiene asignados y realizar un seguimiento de cada caso.
- Notificación: ofrece un servicio de notificación online para las enfermedades de notificación obligatoria de la DGVS.
- Gestión de la información: genera una serie de gráficos y estadísticas predefinidas a partir de la información recogida.

En Mayo de 2010 se inicio un proyecto piloto de este sistema en un área de influencia del Hospital Barrio Obrero de Asunción, en la Unidad de Atención Primaria en Salud del Centro de Ayuda Mutua y Salud para Todos (CAMSAT). El resultado del proyecto piloto fue positivo.

VIGILANCIA DE SÍNDROME FEBRIL AGUDO N°.....

Definición de caso: Persona de cualquier edad y sexo que presenta fiebre de menos de siete (7) días de duración sin foco aparente.

SOSPECHA CLÍNICA EPIDEMIOLÓGICA Enumerar por prioridad diagnóstica.

1. *B54* Paludismo ( ) 2. *A90* Dengue ( ) 3. *A95.9* Fiebre Amarilla ( ) 4. *A27.9* Leptospirosis ( ) 5. *A98.5* Hantavirus ( ) 6. Otros.....

DATOS DEL NOTIFICANTE:

7. Institución: ..... 8. Nombre del Notificante: .....

9. N° de Historia Clínica: ..... 10. Fecha de notificación: _____/_____/_____

DATOS DEL PACIENTE

11. Apellidos y nombres:..... 12. Fecha de nacimiento: ...../...../..... 13. CI:.....

14. Edad:..... 15. Sexo: M (1) F (6) 16. Domicilio:.....

17. Teléfono:..... 18. Departamento:..... 19. Distrito:.....

20. Localidad/Barrio:..... 21. Urbano (1) Rural (6)

DIBUJAR EL CROQUIS PARA UBICAR LA VIVIENDA

DATOS CLÍNICOS

22. Hospitalizado (1) Ambulatorio (6) 23. Fecha de hospitalización: ...../...../..... 24. Fecha de la consulta: ...../...../.....

25. Fiebre: referida (1) graduada (6) 26. Temperatura (.....°C) 27. Fecha de inicio: ...../...../..... 28. Fecha de término: ...../...../.....

SÍNTOMAS/SINDROME	(1) Si	(6) No	(999) Ign	SINTOMAS	(1) Si	(6) No	(999) Ign	SINTOMAS	(1) Si	(6) No	(999) Ign
29. Cefalea				39. Inyección conjuntival				49. Sind. Meníngeo			
30. Mialgias				40. Edema bipalpebral				50. Petequias			
31. Artralgias				41. Disnea				51. Púrpura			
32. Dolor retro-ocular				42. Taquipnea				52. Epistaxis			
33. Exantema				43. Prurito				53. Gingivorragia			
34. Náuseas				44. Vómitos				54. Hemoptisis			
35. Shock				45. Hepatomegalia				55. Melena			
36. Dolor abdominal continuo				46. Esplenomegalia				56. Ictericia			
37. Dolor abdominal intermitente				47. Oligoanuria				57. Vómitos negros			
38. Tos				48. Sind. Confusional				58. Hemorragia Pulmonar			
59. Otros											

Presión Arterial: 60. MIN..... 61. MAX..... 62. **Pulso**:...../min. 63. **FR**...../min 64. **Prueba de lazo**: POS (1) NEG (6)

DATOS EPIDEMIOLÓGICOS

65. Ocupación..... 66. Lugar (Localidad)..... 67. Rural (1) Urbano (6)

68. Viajó durante los últimos 15 días? SI (1) NO (6) 69. Fecha...../...../..... 70. Lugar (Localidad).....

71. Estuvo en el campo, monte? SI (1) NO (6) 72. Fecha: ...../...../..... 73. Lugar (Localidad).....

74. Tuvo un cuadro similar anterior? SI (1) NO (6) 75. Fecha: ...../...../..... 76. Diagnóstico del cuadro anterior:

Paludismo (1) Dengue (2) Fiebre Amarilla (3) Leptospirosis (4) Hantavirus (5) 77. Otros.....

78. Hay casos similares actualmente en su entorno? SI (1) NO (6) Ignora (999) 79. Vecindario (1) Trabajo (6)

Riesgo Social : 80. Vive solo SI (1) NO (6) 81. Vive en área de difícil acceso a un centro hospitalar SI (1) NO (6)

82. Pobreza extrema SI (1) NO (6)

Condiciones co-existentes: 83. Embarazo SI (1) NO (6) 84. Diabetes SI (1) NO (6) 85. Inmunocompromiso SI (1) NO (6)

86. Otros.....

87. Vacuna antiamarílica: SI (1) NO (6) Ignora (999) 88. Fecha de vacunación: ...../...../..... 89. Servicio de Salud:.....

DATOS DE LABORATORIO

90. Hto:.....%	91. GB:...../mm³	92. Fórmula:...../...../...../...../.....	93. Plaq:...../mm³	94. VSG:.....mm

95. Fecha del hemograma: ...../...../.....

				Fecha toma de muestra para confirmación 1° Muestra	2° Muestra
96. Paludismo	Positivo (1)	Negativo (2)	No se testó (3)	97. ...../...../.....	98. ...../...../.....
99. Dengue	Positivo (1)	Negativo (2)	No se testó (3)	100. ...../...../.....	101. ...../...../.....
102. Fiebre Amarilla	Positivo (1)	Negativo (2)	No se testó (3)	103. ...../...../.....	104. ...../...../.....
105. Leptospirosis	Positivo (1)	Negativo (2)	No se testó (3)	106. ...../...../.....	107. ...../...../.....
108. Hantavirosis	Positivo (1)	Negativo (2)	No se testó (3)	109. ...../...../.....	110. ...../...../.....

CIERRE DEL CASO

111. Diagnóstico o clasificación final *B54* Paludismo (1) *A27.9* Leptospirosis (2) *A95.9* Fiebre Amarilla (3)

113. Fecha de diagnóstico: ...../...../..... *A90* Dengue (4) *A98.5* Hantavirosis (5) 112. Otros (6) .....

114. Egreso: Alta (1) Traslado (2) Obito (3) 115. Fecha: ...../...../.....

Figura 6.1: Ficha de Notificación Síndromes Febriles Agudos

1.- DATOS DEL NOTIFICANTE

Responsable de la notificación: _____

Establecimiento: _____ **Región Sanitaria:** _____

Fecha de captación del caso: ____/____/____ **Fecha de notificación (ingreso base):** ____/____/____

2.- DATOS DEL PACIENTE

Nombres y Apellidos: _____

C.I. Nº_____ **Historia clínica Nº:** _____

Fecha de nacimiento: ____/____/____; **Edad:** _____ **Sexo: M** ☐ **F** ☐

Departamento:_____ **Distrito:** _____**Barrio:**_____

3.- DATOS CLINICOS

Fecha de inicio de FIEBRE: ____/____/____ **SE inicio** _____Fecha de hospitalización**:**____/____/____ **SE hosp.**_____

Diagnóstico de Ingreso:_____

(Marcar con una cruz según corresponda si–no)

Factores de riesgo	*Si*	*No*	*Factores de riesgo*	*Si*	*No*
Cardiopatía crónica			Inmunodeficiencia por enfermedad o tratamiento		
Asma			Enfermedad neurológica crónica		
Otra enfermedad pulmonar crónica			Síndrome de Down		
Diabetes			Obesidad		
Enfermedad renal crónica			IMC 30–40		
Enfermedad hepática crónica			IMC >40		
Otros (especificar)					

Embarazada: Si ☐ No ☐ Trimestre de embarazo: _____ Puérpera: Si ☐ No ☐

Vacunación influenza con vacuna vigente de la temporada: Si ☐ No ☐

Si es menor de 3 años:1° dosis: Si ☐ No ☐ 2° dosis: Si ☐ No ☐

Toma de antiviral: Si ☐ No ☐ Oseltamivir: ☐ Zanamivir: ☐ Otros: ☐ Fecha de inicio de toma antiviral: ____/____/____

4.-EVOLUCION DEL CASO

Ingreso UCI: Si ☐ No ☐ Fecha ingreso UCI : _____/_____/_____; **SE UCI**_____ Fecha egreso UCI: _____/____/_____

Fallecido: Si ☐ No ☐ Alta: Si ☐ No ☐ Fecha alta / fallecido: _____/_____/_____; **SE alta/fallecido**_____

5.-EXAMENES DE LABORATORIO SOLICITADOS

Toma demuestra: Si ☐ No ☐

Tipo demuestra: Hisopado nasal/faríngeo: Si ☐ No ☐ Fecha toma: ___/___/___; envío___/___/___

Aspirado nasofaríngeo: Si ☐ No ☐ Fecha toma: ___/___/___; envío___/___/___

Lavado bronco alveolar: Si ☐ No ☐ Fecha toma: ___/___/___; envío___/___/___

Tejido: Si ☐ No ☐ Fecha toma: ___/___/___; envío___/___/___

Otros: Si ☐ No ☐ Especificar: _____Fecha toma: ___/___/___; envío___/___/___

Hemocultivo: Si_____ No: _____Fecha toma: ___/___/___; envío___/___/___

Los datos de procesamiento de la muestra, resultados de laboratorio y cierre de caso, se completarán en la base directamente.

Figura 6.2: Ficha de Notificación Infecciones Respiratorias Agudas Graves

7 Adaptación de DHIS2 a la DGVS

Tras realizar un análisis detallado de la herramienta DHIS2 indicando sus principales funcionalidades, y tras estudiar el flujo de información dentro de la DGVS a través de la elección de tres programas de salud, el siguiente paso será adaptar el software DHIS2 al contexto general de la DGVS y más en concreto a los tres programas escogidos.

En el Anexo CD se pueden encontrar los backups de las bases de datos obtenidas como resultado de este capítulo: *dhis2_dgvs.backup* contiene toda la configuración general y específica de cada programa; *dhis2_dgvs_con_datos.backup* contiene, además de la configuración anterior, los datos que se han importado como prueba durante este capítulo.

Este capítulo comienza explicando la configuración inicial que se ha realizado para DHIS2: instalación, definición de la jerarquía de los establecimientos y configuración del módulo SIG.

Los tres apartados siguientes hacen referencia a cada uno de los tres programas de salud escogidos para el diseño de un piloto de DHIS2. En cada uno de ellos se explicará cómo se ha hecho la configuración del programa (tipo de datos, creación de elementos de datos y formularios) y se definirán algunos gráficos e informes representativos. En el caso de datos individuales también se detallará la manera de realizar la agregación de datos.

El siguiente capítulo trata sobre la configuración de alertas automáticas. DHIS2 no incluye aún esta función, pero es posible implementarla utilizando herramientas externas que hagan uso de los datos almacenados dentro de DHIS2.

Finalmente, el último capítulo trata sobre la relación de DHIS2 con el contexto en el cual se integraría. Por una lado se valora si DHIS2 cumple con los requisitos impuestos para formar parte del Sistema de Información general del MSPyBS. Por otro, se realiza una comparación entre DHIS2 y DGVS, sistema que se encuentra actualmente en fase de pruebas. Luego se trata el problema de importar el histórico de datos de la DGVS dentro del sistema DHIS2. Y por último se visulumbra cómo se podría integrar con el sistema de notificación móvil BONIS desarrollado por el IICS.

7.1. Configuración inicial

Cada uno de los programas necesita una configuración diferente en lo que se refiere a la definición de los elementos de datos, set de datos, formularios y análisis, pero existen algunos módulos de DHIS2 que son comunes a todos ellos. Antes de entrar en detalle en cada programa por separado se tratarán estos aspectos comunes.

Aunque DHIS2 es una plataforma multilingüe con soporte para castellano, hay ocasiones en que algunos caracteres especiales, como la tilde o la letra "ñ", no son tratados correctamente. Esto ocurre, por ejemplo, en el visualizador de datos dentro de DHIS2 y es probable que ocurra en herramientas externas escritas en inglés, como iReport. Por este motivo se ha decidido evitar el uso de estos caracteres en las definiciones de las unidades organizativas, elementos de datos, indicadores, set de datos, etc, siempre y cuando no exista riesgo de confusión.

Instalación de DHIS2

Para el alojamiento de la aplicación web durante el desarrollo del proyecto se ha contado con un espacio cedido dentro del servidor de la DGVS. En concreto, ese espacio ha constado de una máquina virtual con un sistema operativo basado en Linux (Ubuntu 2.10). Siguiendo los recomendaciones de la Guía de implementación [20], se han instalado en esta máquina todos los componentes necesarios para el despliegue de DHIS2 (en la tabla 7.1 se muestra un resumen de los componentes instalados).

Componente	**Tipo y versión**
Aplicación web	DHIS2 versión 2.10 revisión 9146
Sistema operativo	GNU/Linux 3.5.0-17-generic (Ubuntu 12.10)
Servidor de aplicaciones	Apache Tomcat 7.0.35
Base de datos	PostgreSQL 9.1

Tabla 7.1: Instalación de DHIS2: componentes

La máquina virtual no dispone de una IP pública, por lo que no es posible acceder a esta implementación de DHIS2 desde el exterior de la red de la DGVS. No obstante, permanecerá siempre disponible para el personal que se encuentre dentro de la red, lo cual es suficiente para cumplir los propósitos del PFC.

Jerarquía de establecimientos. Módulo SIG

Como se vio en el apartado 5.2 DHIS2 debe tener configurada una jerarquía de unidades organizativas adecuada para poder operar correctamente. Esta jerarquía es utilizada tanto por datos agregados como por datos individuales y condiciona de manera determinante el tratamiento que se le va a dar a los datos, desde la recogida hasta el análisis.

Siguiendo las recomendaciones de la documentación de DHIS2 [20] se ha escogido una estructura geográfica para las unidades organizativas. En el caso del programa de Infecciones Respiratorias Agudas Graves también se utilizarán los Grupos de unidades organizativas como clasificación paralela.

Lo primero es determinar los niveles que va a tener la jerarquía y qué es lo que van a representar:

- El primer nivel de la jerarquía será el nivel de nación. Es el nodo raíz de la jerarquía.
- El segundo nivel estará formado por las regiones sanitarias de la red de salud. Esta organización, como ya se ha visto, coincide con la de los departamentos excepto en el caso del departamento de San Pedro, que da lugar a dos regiones sanitarias (San Pedro Norte y San Pedro Sur) debido a su tamaño y al gran número de establecimientos que allí se encuentran.

Las unidades organizativas de este nivel irán precedidas del identificador "Region"[1].

- El tercer nivel estará formado por los distritos, que coincide con la división administrativa del país. Las unidades organizativas de este nivel estarán precedidas de "Distrito".
- El cuarto nivel serán los establecimientos de salud. Este nivel incluirá cualquier tipo de establecimiento, desde un Hospital hasta una Unidad de Salud de la Familia.

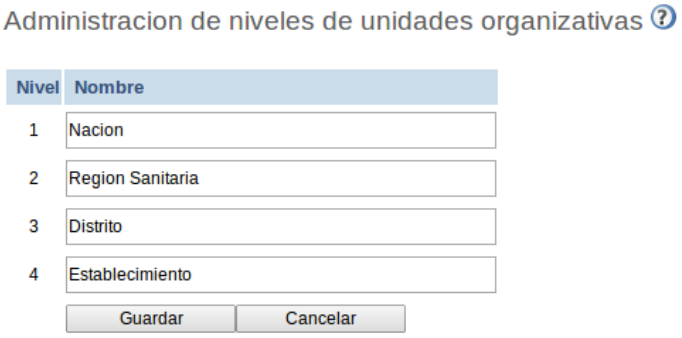


Figura 7.1: Niveles de la Jerarquía de Unidades Organizativas

El propósito de este capítulo es configurar DHIS2 para adaptarlo a los tres programas que se han seleccionado. Por este motivo, la definición de la jerarquía de unidades organizativas no va a ser completamente exhaustiva, sino limitada a las necesidades de los programas. Es decir, no se van a definir todas las unidades organizativas del país (regiones sanitarias, distritos o establecimientos), sino que solamente aquellas que vayan a ser utilizadas por alguno de los programas. Esto se verá con más detalle en los subapartados correspondientes a cada programa.

DHIS2 permite incluir un código de identificación en la definición de cada unidad organizativa. Se utilizarán los códigos de identificación sugeridos por el MSPyBS para la identificación de los establecimientos de salud. Son códigos de siete números en los que los dos primeros representan el departamento, los dos siguientes el distrito y los tres últimos el establecimiento. Por ejemplo, el código 1106245 correspondería a 11-Departamento Central, 06-Distrito Itauguá y 245-Hospital Nacional de Itauguá.

Módulo SIG

El siguiente paso es configurar el módulo SIG para poder representar la información geográficamente. Configurar el módulo SIG consiste en entregar a DHIS2 un fichero en formato GML[2] con las coordenadas de cada unidad organizativa, ya sea en forma de polígono (nación, región sanitaria, distrito) o de punto (establecimiento de salud). Para el propósito de este PFC es suficiente con entregar las coordenadas a nivel de región sanitaria, ya que el único programa que va a hacer uso de este módulo será la Planilla Semanal de Notificación Obligatoria, la cual recibe datos agregados de cada región sanitaria.

Para configurar el módulo SIG se siguen los pasos explicados en la documentación de DHIS2 [19]. Lo primero es obtener las coordenadas de los departamentos en formato ShapeFile[3]. Normalmente

[1] No se escribe la tilde para evitar problemas con los caracteres especiales

[2] Geography Markup Language (Lenguaje de Marcado Geográfico). Sublenguaje de XML para modelar, transportar y almacenar información geográfica.

[3] Formato propietario de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI. Es en el estándar de facto para el intercambio de información geográfica entre sistemas SIG.

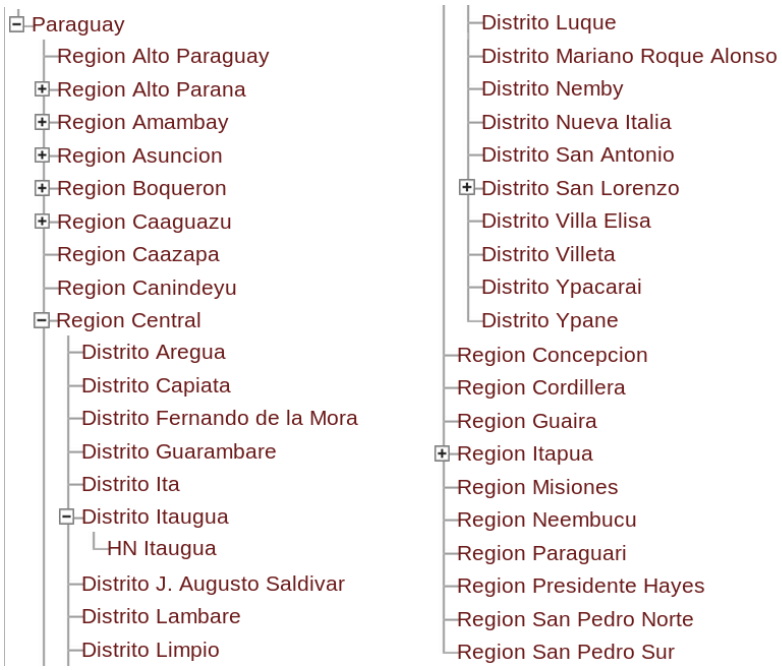


Figura 7.2: Jerarquía de establecimientos de salud de Paraguay

los ShapeFile son archivos muy pesados debido al gran número de puntos que se utilizan para definir con precisión los contornos de los polígonos. A la hora de visualizar la información en un mapa lo más importante es poder identificar con claridad las diferentes unidades organizativas, no importando tanto que los límites de esas unidades organizativas sean absolutamente fieles a la realidad. Para degradar un poco la precisión de los contornos y obtener de este modo un fichero más pequeño se ha utilizado la herramienta online MapShaper[4], consiguiendo una reducción cercana al 80 %.

Una vez el fichero ha sido reducido es necesario convertirlo a formato GML. Además hay que tener en cuenta que la única proyección de coordenadas soportada por DHIS2 es ESRI:4326, por lo que en caso de que el fichero esté en una proyección diferente será también será necesario transformarla a ESRI:4326. Para realizar la conversión de ShapeFile a GML se ha utilizado la herramienta "ogr2ogr" disponible para Linux.

Al reducir la precisión de los contornos de los polígonos se ha reducido el número de puntos que los definen, pero esos puntos siguen siendo demasiado precisos, tienen un número muy largo de cifras decimales. Para reducir aún más el tamaño del fichero se dejan únicamente 4 cifras decimales para cada coordenada, eliminando el resto.

El departamento de San Pedro debe ser dividido en dos regiones sanitarias, San Pedro Norte y San Pedro Sur. Esta división se hace a nivel de distrito, por lo que es necesario obtener los ShapeFile de los distritos. Para realizar esta división se ha utilizado la herramienta "GvSig".

Antes de importar el fichero en DHIS2 es necesario comprobar que los nombres de las unidades organizativas en el fichero GML coinciden exactamente con los nombres que recibieron en DHIS2 al ser creadas. DHIS2 hará una comparación basada en el nombre de la unidad organizativa, por lo que es imprescindible que sea igual.

[4] `http://mapshaper.com/test/MapShaper.swf`

A la hora de importar hay que prestar especial atención a las variables de lenguaje del sistema, ya que esto puede ser un motivo de error. Si el lenguaje está configurado en español (sistema y base de datos) u otro idioma que utilice la coma como separador decimal, al realizar la importación de las coordenadas se substituirá el separador decimal, pasando de un punto, "." (utilizado en el fichero GML), a una coma, ",". Esto dará un error en la visualización de los mapas. Por tanto, se recomienda cambiar las variables de lenguaje a inglés antes de realizar la importación.

Figura 7.3: Módulo SIG vacío

Tipos de indicador

Cuando se va a definir un nuevo indicador, es obligatorio asignarle un tipo de indicador. Este tipo determina el factor que se aplica a la expresión del indicador y si la expresión admite numerador y denominador o solamente numerador (ver 5.3.4). Se han creado dos tipos de indicador con las características descritas en la tabla 7.2 para que puedan ser utilizados por todos los programas de salud.

Nombre	Factor	Número
Natural	1	sí
Porcentaje	100	no

Tabla 7.2: Definición de tipos de indicadores

7.2. Planilla Semanal de Notificación Obligatoria

La Planilla Semanal de Notificación Obligatoria es enviada por cada una de las regiones sanitarias de Paraguay una vez por semana. Los datos que utiliza son datos agregados, por lo que

seguirán el flujo descrito en el capítulo 5 para datos agregados.

7.2.1. Configuración del programa

Este tipo de notificación encaja perfectamente con la estructura de set de datos periódicos que soporta DHIS2. La configuración de este programa consistirá en replicar en DHIS2 el proceso de notificación de manera exacta.

Elementos de dato

Cada campo de la planilla (tablas 6.1 y 6.2) llevará asociado en DHIS2 un elemento de dato de tipo *agregado*. La definición de los elementos de dato se realiza con los siguientes parámetros[5]:

- Nombre: el nombre del elemento irá precedido de las siglas NS (Notificación Semanal). Esto es útil para evitar posibles repeticiones de nombres en un futuro.
- Código: en caso de existir, se añadirá el código de la enfermedad siguiendo la norma CIE-10.
- Activo: "sí".
- Dominio: "agregado".
- Tipo de valor: "número".
- Tipo de número: "entero".
- Operador de agregación: "suma".

Una vez definidos todos los elementos de datos se creará el grupo "Notificación Semanal" y se incluirán todos los elementos creados anteriormente.

Set de datos

La entrada de datos agregados en DHIS2 se organiza mediante el uso de set de datos, por lo que lo siguiente es crear un set de datos para contener a todos los elementos de datos anteriores. El nombre dado al set de datos es "Planilla Semanal de Notificacion Obligatoria" y tiene una frecuencia semanal.

Para que el set de datos sea accesible desde las unidades organizativas que deben realizar la notificación es necesario asociarlo a ellas. En este caso hay que asociarlo a todas las unidades organizativas del nivel Región Sanitaria, ya que únicamente serán esas unidades las que notifiquen (en concreto notificarán las Unidades Epidemiológicas presentes en cada región sanitaria).

Por último, y para dar a la planilla de notificación una apariencia más cercana a la que ahora tiene en el papel se ha utilizado la opción de "Formulario personalizado". Utilizando el editor HTML incrustado que incluye DHIS2 puede conseguirse un diseño ordenado y sencillo sin mucho esfuerzo. Tal y como está en el formulario de papel, el diseño ha consistido en la creación de dos tablas (tablas 6.1 y 6.2). En la figura 7.4 puede verse una parte del formulario de entrada que verá el usuario final de la aplicación.

[5]Solo se muestran los parámetros que no tienen un valor nulo y tampoco toman el valor por defecto

Formulario de Notificación Semanal

Enfermedades que solo se necesita notificar el total de casos nuevos de la semana					
Diarrea	< 5 años Con Deshidratación		Gripe	< 5 años	
	< 5 años Sin Deshidratación			> 5 años	
	> 5 años Con Deshidratación		Enfermedad de Chagas		
	> 5 años Sin Deshidratación		Paludismo (Llamar también al SENEPA)		
IRA 2 meses a 5 años	No Neumonía *		Leishmaniasis Mucocutanea		
	Neumonía		Leptospirosis		
	Neumonía Grave		Conjuntivitis Epidémica		
IRA > 5 años	No Neumonía *		VIH (Virus de Inmunodeficiencia Humana)		
	Neumonía		SIDA (Sindrome de Inmunodeficiencia Adquirida)		
	Neumonía Grave		Sífilis Congénita		
Hepatitis	A		Sífilis Embarazada		
	B		Sífilis Otras Edades		
	C		Varicela		
	Otras		Tuberculosis Pulmonar con Basilos +		

Figura 7.4: Formulario entrada Planilla Semanal de Notificación Obligatoria (parcial)

Indicadores

Los indicadores son elementos útiles para obtener información a partir de los valores introducidos mediante los elementos de datos. El valor de un indicador nunca será introducido externamente, sino calculado a partir de otros. Como ejemplo, se han creado los siguientes indicadores:

- NS Total casos IRA < 5a: suma de los casos de IRA con Neumonía, No neumonía y Neumonía grave para los menores de 5 años. Tipo natural.
- NS Total casos IRA > 5a: suma de los casos de IRA con Neumonía, No neumonía y Neumonía grave para los mayores de 5 años. Tipo natural.
- NS Porcentaje casos IRA < 5a: porcentaje de casos de IRA en menores de 5 años respecto al total de casos de IRA. Tipo porcentaje.
- NS Porcentaje casos IRA > 5a: porcentaje de casos de IRA en mayores de 5 años respecto al total de casos de IRA. Tipo porcentaje.
- NS Porcentaje casos Gripe < 5a: porcentaje de casos de Gripe en menores de 5 años respecto al total de casos de Gripe. Tipo porcentaje.
- NS Porcentaje casos Gripe > 5a: porcentaje de casos de Gripe en mayores de 5 años respecto al total de casos de Gripe. Tipo porcentaje.

7.2.2. Análisis de datos

Un problema que se presenta a la hora de validar un nuevo sistema es el de disponer de un volumen de datos de prueba razonablemente grande. Una opción sería introducir los datos manualmente en DHIS2 a través del navegador web; pero esto se vuelve inviable cuando la cantidad de datos es muy extensa. Por este motivo, y teniendo también en mente la necesidad de incorporar el histórico de datos a DHIS2, se ha diseñado un programa en Java que adapta el fichero MS Excel manejado en la DGVS a un formato compatible con DHIS2. Esto se puede ver con más detalle en el apartado 7.6.3. Los datos importados a DHIS2 corresponden al periodo Enero 2012 - Noviembre 2012, y están presentes para todas las regiones sanitarias. Con esta cantidad de datos ya pueden utilizarse las herramientas de análisis de DHIS2. A continuación se muestran ejemplos de algunas de ellas.

Visualizador de datos

Es la herramienta de generación de gráficos más sencilla de DHIS2 y permite tener una idea rápida de los datos que están presentes en el sistema. En el apartado 5.3.7 puede encontrarse una descripción de los parámetros que es necesario determinar. A modo de ejemplo, la figura 7.5 muestra la pantalla del visualizador de datos con los siguientes parámetros:

- Tipo de gráfico: barras
- Elementos de datos: NS Dengue clásico (series)
- Periodo: periodos fijos. Semanas de 1 a 45 de 2012 (categorías)
- Unidad Organizativa: Paraguay (filtro)

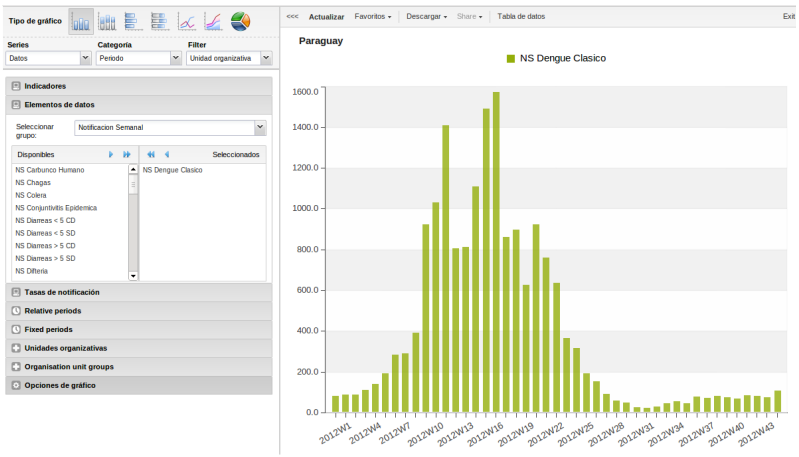


Figura 7.5: Visualizador de datos: casos Dengue semanales en Paraguay

Tablas dinámicas

El uso de tablas dinámicas para la presentación de los datos puede ser de gran utilidad para hacer más gradual la transición entre el uso MS Excel y el uso de un nuevo sistema como DHIS2. Los usuarios encargados de realizar el análisis de datos cuentan con conocimientos en MS Excel, por lo que sería muy conveniente, al menos durante las primeras etapas en el uso de DHIS2, exportar los datos en tablas dinámicas y realizar el análisis en MS Excel.

La generación de tablas dinámicas es muy rápida y sencilla, pero tiene una flexibilidad limitada. En el apartado 5.3.7 puede encontrarse una descripción de sus posibilidades. En la figura 7.6 se muestra a modo de ejemplo una parte de una tabla dinámica generada con los siguientes parámetros:

- Grupo de elementos de dato/indicadores: Notificación Semanal (columnas)
- Fecha inicio/final: 01-01-2012 / 31-01-2012
- Periodo: Mensual (filas)
- Unidad organizativa: Paraguay (filas)

SIG

Dado que la información que se quiere representar ya está clasificada por regiones sanitarias y periodos, el uso del módulo SIG es inmediato. En el mapa de la figura 7.7 es un ejemplo de uso del módulo SIG. Para la capa de bordes se ha escogido la división por regiones sanitarias. Se ha utilizado solamente una capa de contenido con los siguientes parámetros:

- Elemento de dato/indicador: NS Dengue Clásico
- Periodo: semana 12 de 2012
- Unidades organizativas: regiones sanitarias (todo Paraguay)
- Leyenda: personalizada (siguiendo el color y los intervalos del “Boletín Epidemiológico Semanal”)

Datos | Pivote | Descargar como Exce | Atrás | Fecha de inicio: 2012-01-01, Fecha final: 2012-01-31, Tipo de periodo: Monthly

		NS Brucelosis	NS Carbunco Humano	NS Chagas	NS Colera	NS Conjuntivitis Epidemica	NS Dengue Clasico	NS Diarreas < 5 C.D.	NS Diarreas < 5 S.D.	NS Diarreas > 5 C.D.	NS Diarreas > 5 S.D.	NS Difteria	NS Enf. Trans. por Alimentos (ETA)	NS Enf. Febril Eruptiva	Esq
Enero AM	Region Alto Paraguay	0	0	0	0	0	0	1	30	1	27	0	0	0	
	Region Alto Parana	0	0	0	0	0	52	49	251	25	254	0	0	4	
	Region Amambay	0	0	0	0	8	34	15	65	6	41	0	0	5	
	Region Asuncion	0	0	0	0	444	84	37	531	104	841	0	0	9	
	Region Boqueron	0	0	0	0	13	0	2	30	2	36	0	0	0	
	Region Caaguazu	0	0	0	0	5	8	8	185	8	144	0	0	0	
	Region Caazapa	0	0	0	0	0	0	8	77	21	3	0	0	0	
	Region Canindeyu	0	0	0	0	0	5	11	91	13	125	0	0	1	
	Region Central	0	0	0	0	68	38	88	1332	112	1550	0	0	3	
	Region Concepcion	0	0	0	0	0	83	22	215	26	274	0	0	0	
	Region Cordillera	0	0	0	0	25	27	5	225	4	186	0	0	3	
	Region Guaira	0	0	0	0	0	0	5	144	30	188	0	0	0	
	Region Itapua	0	0	1	0	2	5	14	321	29	341	0	0	1	
	Region Misiones	0	0	0	0	2	0	8	90	25	125	0	0	0	
	Region Neembucu	0	0	0	0	18	3	0	51	2	100	0	0	2	
	Region Paraguari	0	0	0	0	45	15	9	285	15	319	0	0	3	
	Region Presidente Hayes	0	0	0	0	3	0	1	82	0	75	0	0	0	
	Region San Pedro Norte	0	0	0	0	0	0	4	80	8	72	0	0	0	
	Region San Pedro Sur	0	0	0	0	7	0	5	193	2	110	0	0	0	

Figura 7.6: Tabla dinámica: PSNO Enero 2012

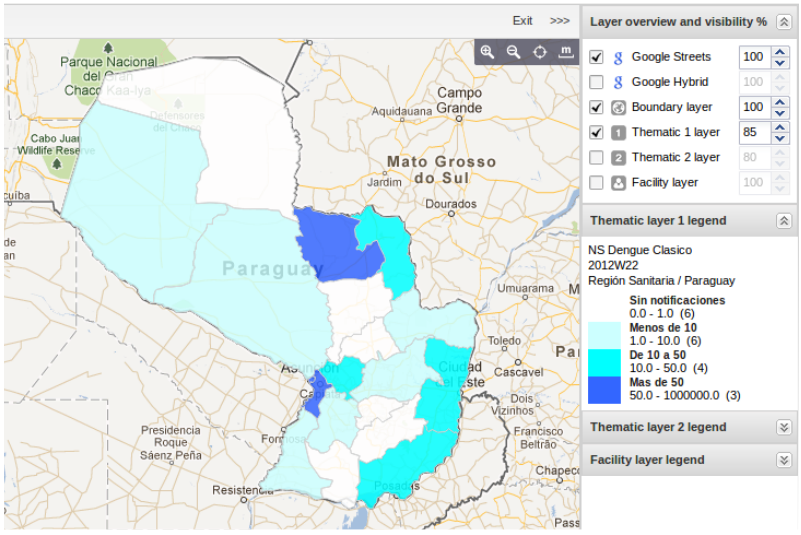


Figura 7.7: SIG: casos de Dengue en la semana 12 de 2012

Gráficos con mezcla de datos

Los gráficos anteriores son útiles para identificar y modelar la evolución de una cierta enfermedad e intentar adivinar su tendencia. Pero en ocasiones también puede resultar interesante utilizar esa información junto con información de otro tipo, como pueden ser las concentraciones de determinadas partículas en el agua o la información climatológica, con el objetivo de intentar descubrir alguna relación causa-efecto. A continuación, y únicamente a modo de ejemplo, se muestran unos gráficos con mezcla de información de casos de Dengue e información climatológica.

Para añadir la información climatológica al sistema se ha creado un nuevo Set de datos llamado "Informacion climatologica" con tres elementos de dato: Precipitación total, Temperatura máxima y Temperatura mínima. El set de datos se ha definido con un periodo *mensual* y se ha asociado a la unidad organizativa "Paraguay".

Dado que el gráfico que se quiere construir va a representar información de distinta naturaleza, se requerirá el uso de gráficos multieje. El "Visualizador de datos" no permite utilizar varios ejes,

por lo que será necesario recurrir al uso de "Informes estándar".

Antes de construir un "Informe estándar" es necesario determinar cuál será su fuente de datos. Por simplicidad, se ha escogido utilizar una "Tabla de informe" en la que los elementos de dato se han situado como columnas y los periodos y unidades organizativas como filas. Esquemáticamente puede verse en la tabla 7.3.

Periodo	**Unidad**	**Precipitacion**	**Temp Máxima**	**Temp Mínima**	**Dengue**
Enero	Paraguay	147,2	33,5	22,8	354
Febrero	Paraguay	129,2	32,6	22,3	756
Marzo	Paraguay	117,9	31,6	21,3	3352
...	...	...	...	...	...

Tabla 7.3: Tabla de Informe: casos de Dengue e información climatológica

Una vez que se ha creado la tabla de informe y se ha exportado en formato .jrxml ya es posible crear el informe estándar. Para personalizarlo se ha utilizado la herramienta iReport siguiendo las recomendaciones de la documentación de DHIS2 [20]. El resultado puede verse en la figura 7.8.

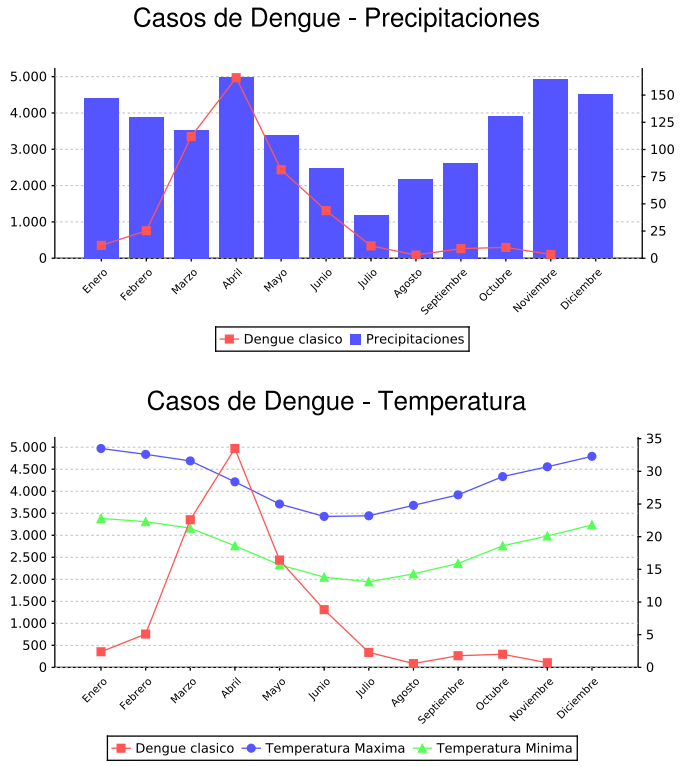


Figura 7.8: Informe estándar: casos de Dengue frente a Información climatológica

7.3. Notificación Síndromes Febriles Agudos

El programa "Ficha de Notificación de Síndromes Febriles Agudos" consta, como se ha visto en el apartado 6.2.2, del envío de una ficha de notificación cada vez que se detecta un caso sospechoso

de enfermedad febril (Dengue, Fiebre amarilla, Paludismo, Leptospirosis, Hantavirus). La ficha está compuesta por información individual de ese caso, y no existe una periodicidad para su envío sino que se remite cada vez que se detecta un posible nuevo caso. Estas características coinciden en DHIS2 con el uso de *datos individuales*.

A continuación se hará una descripción de la configuración de este programa de datos individuales, del proceso de agregación para extraer datos agregados de los registros individuales y de los análisis más frecuentes realizados en este programa.

7.3.1. Configuración del programa

Dado que se trata de un programa que va a manejar datos individuales, lo primero que hay que determinar es el tipo de programa que se va a utilizar dentro de los tres tipos posibles que ofrece DHIS2[6]. La Notificación de Síndromes Febriles Agudos consta, desde el punto de vista temporal, de tres etapas: la primera es la notificación de un nuevo caso sospechoso, que incluye la datos del paciente, los datos clínicos y los datos epidemiológicos; la segunda son las pruebas de laboratorio; y la tercera es el cierre del caso. La primera elección que hay que hacer es si utilizar un programa de varias etapas o de una única etapa:

- Varias etapas: reflejaría más fielmente la evolución temporal de cada caso. La información quedaría ordenada en etapas y los usuarios podrían localizar fácilmente lo que buscan. Además, la herramienta de visualización de DHIS2 "Sumario del programa" ofrecerían una perspectiva visual del estado de cumplimiento de cada etapa, lo que es útil para detectar, por ejemplo, los casos que tienen la etapa "Cierre de caso" completada y que, por tanto, han sido cerrados (la frecuencia con que los casos quedan sin cerrar es preocupantemente alta en esta vigilancia)
- Etapa única: mantendría la estructura visual de los datos tal y como se encuentra en la actualidad. Sería la opción más fácil de aceptar para los usuarios que estén acostumbrados a manejar diariamente esta ficha de notificación. Las tres etapas se colocarían en el mismo formulario, y cada una de ellas podría ser editada en un instante temporal diferente y por un usuario diferente.

Con el propósito de mantener la apariencia visual del formulario actual y de hacer más fácil la aceptación de los usuarios, se ha decidido utilizar un diseño en una única etapa.

Lo siguiente que hay que determinar es si existe la necesidad de registrar al paciente (crear una entidad Paciente en DHIS2) para cada notificación. A continuación se explican las implicaciones que tiene cada opción:

- Con registro: es la elección adecuada si existe interés en relacionar al paciente con otros datos del MSPyBS como puede ser, por ejemplo, su historia clínica. Además permitiría detectar si un mismo paciente es reincidente, lo cual es especialmente importante en el caso del Dengue ya que esta enfermedad afecta de manera distinta según el número de veces que el paciente la haya padecido. El proceso de notificación consistiría entonces en dos etapas: la creación del Paciente y su registro en el programa
- Sin registro: es la opción adecuada si el interés es puramente estadístico. Los datos personales no se registrarían a través de una entidad Paciente sino como otros elementos de dato más

[6]Como recordatorio: varias etapas con registro, etapa única con registro y etapa única sin registro (ver apartado 5.4.2).

dentro del formulario, por lo que cada notificación seguiría estando identificada. Esta opción evitaría las etapas de creación de Paciente y de registro en el programa, y la apariencia del formulario de notificación sería igual a la del formulario en papel

Se ha valorado que el interés en poder relacionar al paciente con el resto de sistemas de información del MSPyBS es lo suficientemente alto como para justificar la introducción de dos etapas en el proceso (creación del Paciente y registro en el programa), por lo que finalmente el tipo de programa escogido ha sido *Etapa única con registro*.

Datos del formulario

El primer bloque de datos del formulario (ver apartado 6.2.2) contiene información sobre la persona que hace la notificación. En DHIS2 esta información es guardada de manera automática a través del usuario de DHIS2 que hace la notificación, por lo que no será necesario incluirla en el formulario.

El siguiente bloque hace referencia a los datos personales del paciente. Al crear un nuevo Paciente, DHIS2 incluye por defecto varios atributos como nombre o fecha de nacimiento. Será necesario crear el los atributos que falten. La tabla 7.4 muestra un resumen de los datos personales.

Nombre del atributo de paciente	**Situación**
Apellidos y nombre	Incluido por defecto en la definición de paciente
Fecha nacimiento	Incluido por defecto en la definición de paciente
Cédula de identidad	No incluido. Es necesario definirlo
Edad	Deducible a partir de Fecha de nacimiento
Sexo	Incluido por defecto en la definición de paciente
Domicilio	No incluido. Es necesario definirlo
Teléfono	Incluido por defecto en la definición de paciente
Departamento	Deducible a partir de su Unidad de Registro
Distrito	Deducible a partir de su Unidad de Registro
Localidad	No incluido. Es necesario definirlo
Urbano/rural	No incluido. Es necesario definirlo

Tabla 7.4: Síndromes Febriles Agudos: datos personales

Los datos contenidos en el resto de bloques deben ser definidos como elementos de dato. DHIS2 permite restringir el tipo de valor que puede contener cada elemento de dato, lo cual puede ser útil para evitar ciertos errores de escritura en la entrada de datos. Además también permite predefinir los posibles valores que puede tomar un elemento de dato mediante los Set de opciones. En el formulario de han definido los Set de opciones mostrados en la tabla 7.5 (la figura 7.9 muestra su apariencia visual en el formulario).

Elemento de dato	**Opciones**
Prueba de lazo	POSITIVO, NEGATIVO
Zona de ocupación	URBANO, RURAL
Resultado (prueba laboratorio)	POSITIVO, NEGATIVO, PENDIENTE
Clasificación final	CONFIRMADO, DESCARTADO, SOSPECHOSO

Tabla 7.5: Síndromes Febriles Agudos: set de opciones (Elementos de dato)

(a) Resultado laboratorio (b) Clasificación final

Figura 7.9: Síndromes Febriles Agudos: set de opciones visto en el formulario

Programa, etapa y formulario

Una vez que se han definido todos los elementos del formulario se crea el programa del tipo *Etapa única con registro* con el nombre "Notificacion Individual Sindromes Febriles". Automáticamente DHIS2 genera la única etapa del programa, que se ha nombrado como "Ficha Notificacion Individual Sindromes Febriles". A esta etapa deben asociarse todos los elementos de datos definidos.

Se ha definido un formulario de entrada de datos de tipo personalizado, respetando la distribución de los bloques y campos del formulario en papel e imitando en la medida de lo posible su apariencia. El formulario puede verse de manera parcial más adelante, en la figura 7.11 .

Este programa se ha asociado a todas las unidades organizativas existentes en la jerarquía, ya que la vigilancia de síndromes febriles es una vigilancia universal y pueden recibirse notificaciones desde cualquier unidad organizativa del país.

7.3.2. Agregación

Antes de utilizar las herramientas de agregación y análisis de datos resulta conveniente disponer de algunos datos de prueba para poder validar la configuración. Al igual que en el caso de la "Planilla Semanal de Notificación Obligatoria" se han importado algunos datos facilitados por la DGVS, concretamente las notificaciones de Síndromes Febriles de la región sanitaria de Boquerón durante el año 2012[7].

Para la obtención de datos agregados a partir de datos individuales deben seguirse los pasos descritos en el apartado 5.4.5. Como resumen, lo primero es definir los elementos de dato para alojar los valores agregados calculados. Estos elementos de dato deben estar incluidos en un set de datos. Finalmente se crea una orden de agregación para cada uno de los elementos de datos.

El set de datos creado se ha llamado "Resumen Ficha Notificacion Sindromes Febriles" y tiene una periodicidad *semanal*. El resto de la configuración está resumida en la tabla 7.6.

Al realizar la agregación manual DHIS2 te permite comprobar si los datos que se están agregando son correctos o no. Los valores resultantes de la agregación aparecen clasificados por periodos y unidades organizativas, y haciendo click sobre el propio valor se muestra una pantalla (figura 7.10) con un resumen que justifica el resultado de esa agregación.

[7]Los datos facilitados no incluían, evidentemente, ni nombres ni ningún otro dato personal. Para facilitar la usabilidad de la demo se generaron nombres e identificadores aleatorios y se asignaron a los registros individuales.

Nombre orden	**Orden**
Casos totales	Cierre Diagnostico is not null
Total confirmados	Cierre Diagnostico = 'CONFIRMADO'
Total descartados	Cierre Diagnostico = 'DESCARTADO'
Total sospechosos	Cierre Diagnostico = 'SOSPECHOSO'
Total fallecidos	Fallecido = 'true'
Total hospitalizados	Hospitalizado = 'true'
Hospitalizados y confirmados	Hospitalizado = 'true' AND Cierre Diagnostico = 'CONFIRMADO'
Hospitalizados y descartados y descartados	Hospitalizado = 'true' AND Cierre Diagnostico = 'DESCARTADO'
Hospitalizados y sospechosos	Hospitalizado = 'true' AND Cierre Diagnostico = 'SOSPECHOSO'

Tabla 7.6: Síndromes Febriles Agudos: órdenes de agregación

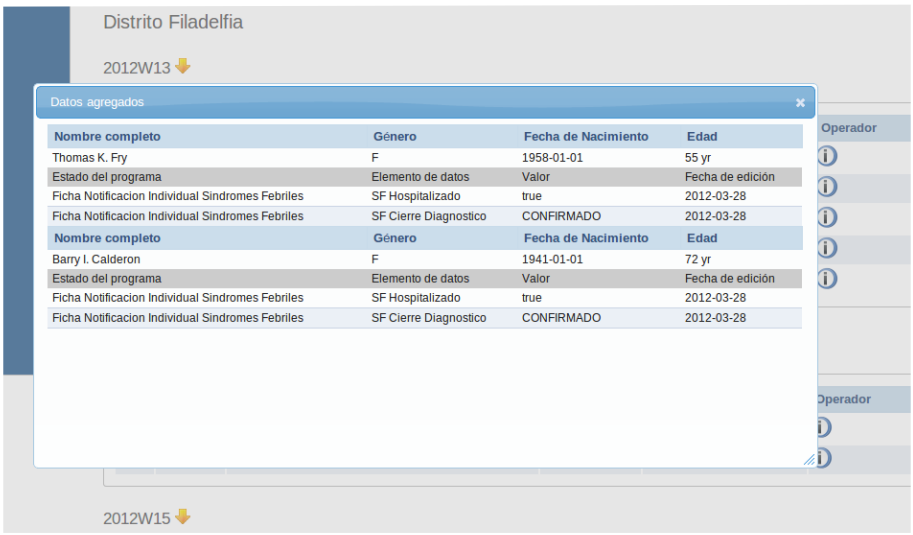


Figura 7.10: Síndromes Febriles Agudos: resultado de la agregación

Indicadores

Utilizando los elementos de datos agregados generados en el proceso anterior, se han definido los siguientes indicadores:

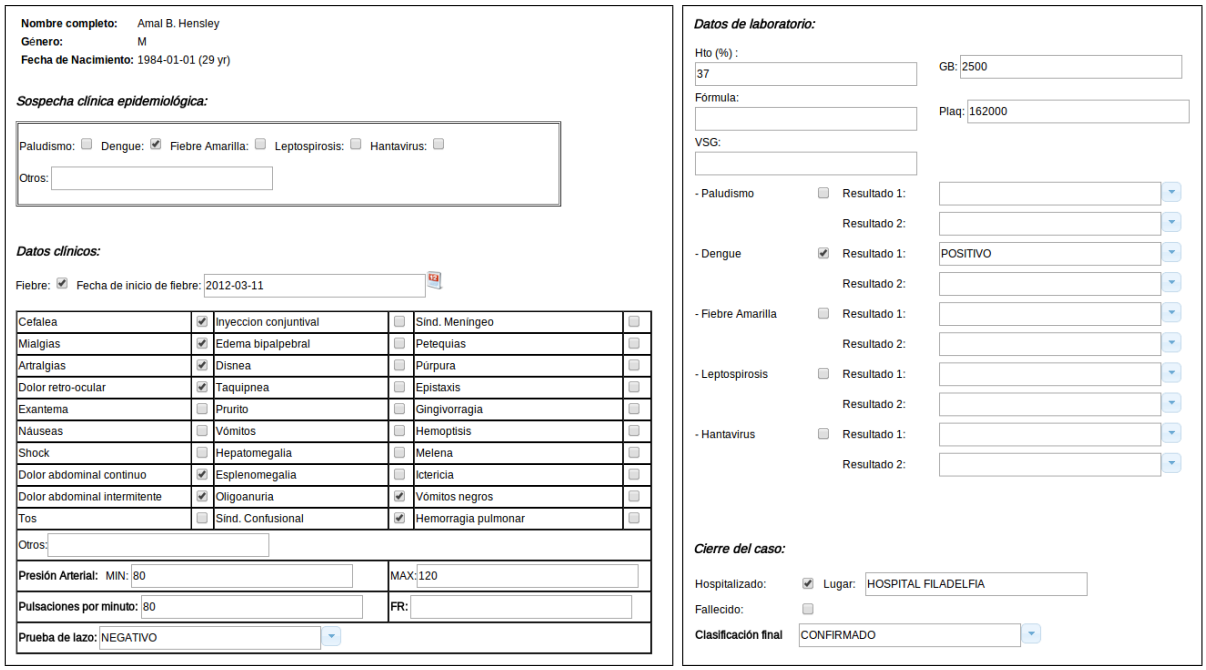
- Porcentaje hospitalizados: porcentaje de casos con hospitalización sobre el total de casos. Tipo porcentaje.
- Porcentaje fallecidos: porcentaje de casos fallecidos sobre el total de casos. Tipo porcentaje.
- Confirmados y sospechosos[8]: suma de los casos confirmados y sospechosos. Tipo natural.

[8]Este indicador es muy utilizado en la elaboración del "Boletín Epidemiológico Semanal".

7.3.3. Análisis de datos

Visualización de datos individuales

Los datos individuales no pueden ser analizados de manera directa, sin ser convertidos a datos agregados. Lo único que se puede hacer con ellos es visualizarlos. DHIS2 ofrece dos maneras de visualizar los datos: datos de un único paciente presentados sobre un formulario de entrada de datos (ver figura 7.11); o datos de varios pacientes presentados en forma de tabla, con la posibilidad de exportar dicha tabla en formato MS Excel para analizarla externamente.



(a) Inicio del formulario (b) Final del formulario

Figura 7.11: Síndromes Febriles Agudos: formulario de entrada (parcial)

Visualizador de datos

El visualizador de datos ofrece las posibilidades que ya se han descrito en otros apartados, y aquí solamente se mostrará un ejemplo con una de las gráficas que se han guardado en el visualizador (figura 7.12). Los datos de esta gráfica son los siguientes:

- Tipo de gráfico: líneas.
- Elementos de datos: Casos totales; Casos confirmados y sospechosos (series).
- Periodo: periodos fijos. Semanas de 1 a 52 de 2012 (categorías).
- Unidad Organizativa: Region Boqueron (filtro).

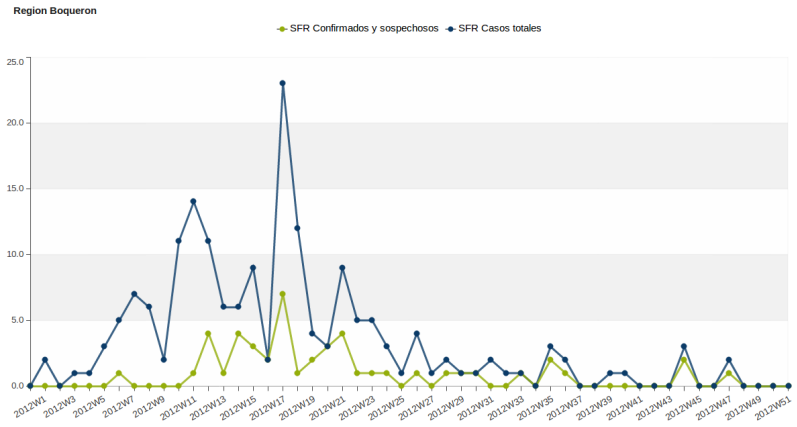


Figura 7.12: Síndromes Febriles Agudos: visualizador de datos

Informe estándar

Finalmente se ha creado también un informe estándar muy básico que muestra el número de casos para cada uno de los resultados posibles. La novedad en este informe está en que se ha creado con dos parámetros de entrada: la unidad organizativa y el año. A la hora de generar el informe el sistema pedirá al usuario que determine estos dos parámetros. De este modo el informe será directamente reutilizable por cualquier usuario perteneciente a cualquier unidad organizativa. En la figura 7.13 se muestra el resultado de elegir "Region Boqueron" como unidad organizativa y "2012" como año.

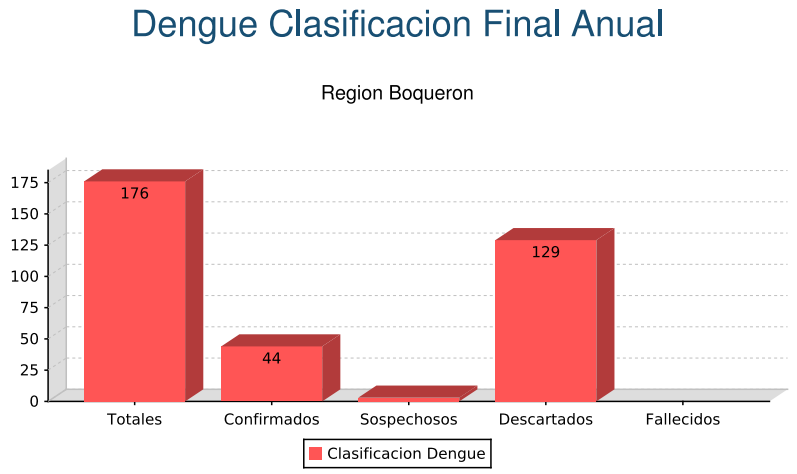


Figura 7.13: Síndromes Febriles Agudos: informe estándar

7.4. Notificación Infecciones Respiratorias Agudas Graves

El programa "Ficha de Notificación de Infecciones Respiratorias Agudas Graves", explicado en el apartado 6.2.3, consiste en el envío de una ficha de notificación cuando se detecta un caso sospechoso de IRAG. No todos los establecimientos de salud del país realizan esta notificación, sino que solamente son diez de ellos. Estos centros además cuentan con infraestructura técnica y

humana para realizar la notificación de manera apropiada.

La ficha de notificación recoge datos personales de cada paciente, por lo que la configuración de DHIS2 que se debe aplicar a este programa es la *datos individuales*.

7.4.1. Configuración del programa

Lo siguiente que hay que hacer es elegir el tipo de programa de salud que se va configurar entre los tres tipos ofrecidos por DHIS2.

Para la discusión sobre el uso de programa con una única etapa o con varias etapas, es válida la misma argumentación que para el programa de Síndromes Febriles Agudos (apartado 7.3.1), ya que la estructura de la notificación es similar en ambos casos. Se utilizará un programa de una única etapa.

Falta decidir si se hará con registro o sin registro de paciente. El hecho de que se trate de un programa aplicado solo a diez centros centinela indica que el interés es mayormente estadístico. No interesan tanto los casos particulares, sino el conjunto de casos. Lo más apropiado sería, por tanto, utilizar un programa de etapa única sin registro.

En la realización de las primeras pruebas con el programa se percibió que algunas funcionalidades de DHIS2 no funcionaban del todo correctamente con este tipo de programa, y sí lo hacían con el programa de etapa única con registro. En especial destaca la funcionalidad de "Agregación", que fallaba frecuentemente al tratar de elaborar órdenes de agregación complejas. Esta función es fundamental para poder realizar un análisis estadístico, por lo que se decidió substituir el tipo de programa por *Etapa única con registro*. No obstante, si en las futuras versiones de DHIS2 se repara la funcionalidad de "Agregación" en el programa de etapa única sin registro, sería más adecuado utilizar este tipo de programa.

Datos del formulario

El formulario de notificación (figura 6.2) está divido en cinco bloques. El primero de ellos hace referencia a los datos sobre la persona que realiza la notificación. No es necesario definir estos datos en DHIS2 ya que en DHIS2 se guarda automáticamente la relación entre el formulario y el usuario que realizó la notificación.

El segundo bloque contiene datos personales. La entidad paciente de DHIS2 incluye por defecto algunos campos sobre los pacientes; el resto será necesario definirlos como atributos de paciente (tabla 7.7).

Los datos de los tres bloques restantes han de ser definidos como elementos de datos de dominio *paciente*. Se ha intentado limitar al máximo el tipo de dato admisible por cada uno de ellos para evitar algunos errores en la entrada de datos. También se han creado algunos Set de opciones para limitar los valores que puede contener un dato (tabla 7.8).

Programa, etapas y formulario

Se ha creado un programa del tipo *Etapa única con registro* con el nombre "Notificacion Individual IRAG". Se ha definido una etapa con el nombre "Ficha Notificacion Individual IRAG" y se

han asociado todos los elementos de datos a ella.

Nombre del atributo de paciente	**Situación**
Nombres y apellidos	Incluido por defecto en la definición de paciente
Cédula de identidad	No incluido. Será necesario definirlo
Historia clínica	No incluido. Será necesario definirlo
Fecha de nacimiento	Incluido por defecto en la definición de paciente
Edad	Deducible a partir de Fecha de nacimiento
Sexo	Incluido por defecto en la definición de paciente
Departamento	Deducible a partir de su Unidad de Registro
Distrito	Deducible a partir de su Unidad de Registro
Barrio	No incluido. Será necesario definirlo

Tabla 7.7: Infecciones Respiratorias Agudas Graves: datos personales

Elemento de dato	**Opciones**
Tratamiento antiviral	ACICLOVIR, AMANTADINA, OSELTAMIVIR, ZANAMIVIR, OTROS
Identificación del agente. Resutaldo de cada prueba	POSITIVO, NEGATIVO, PENDIENTE, NO APLICA

Tabla 7.8: Infecciones Respiratorias Agudas Graves: set de opciones (Elementos de dato)

El programa creado se ha asignado únicamente a los diez establecimientos centinela que realizan esta notificación: Hospital Regional Ciudad del Este, Hospital Regional Pedro Juan Caballero, Hosptial Barrio Obrero, Hospital Central Instituto de Previsión Social, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y Ambientales (INERAM), Instituto de Medicina Tropical (IMT), Hospital Regional Coronel Oviedo, Hospital Nacional Itauguá, Hospital General Pediátrico Acosta Ñu y Hospital Regional Encarnación. El resto de unidades organizativas de la jerarquía no podrá introducir datos para este programa.

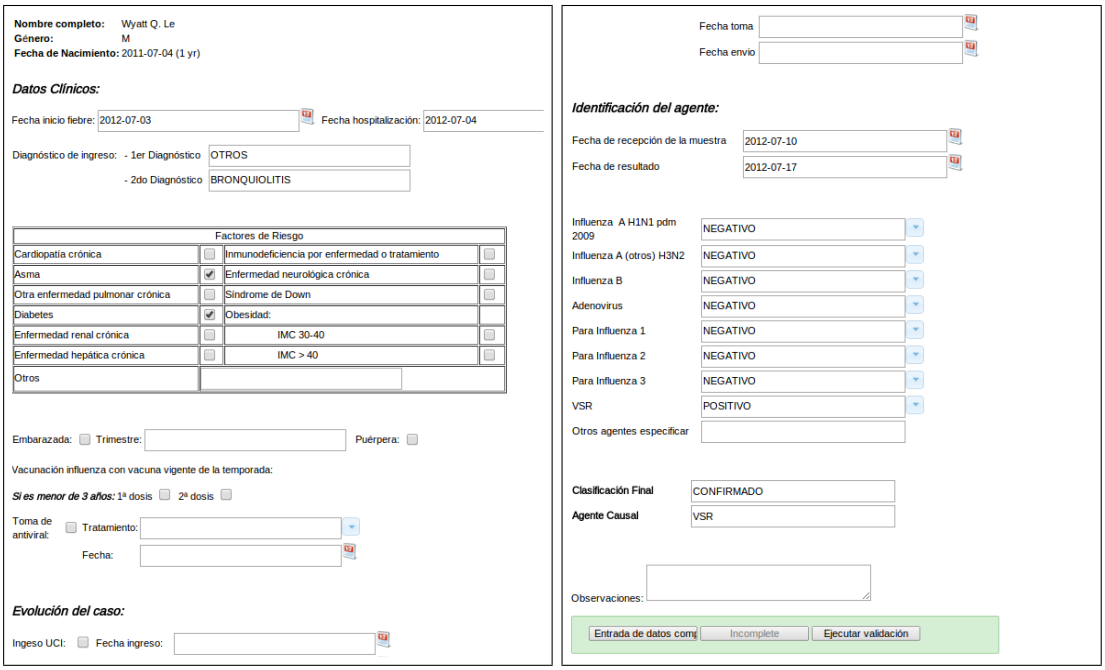
El formulario de entrada de datos que se ha creado ha sido del tipo *personalizado*, asemejándolo lo máximo posible a su apariencia en el papel. Puede verse más adelante en la figura 7.14.

7.4.2. Agregación

Para poder disponer de algunos datos de prueba para las herramientas de agregación y análisis se han importado datos reales en el sistema, de igual modo a como se hizo en el programa "Síndromes Febriles Agudos". Se han cargado todos los datos de los diez establecimientos centinela correspondientes al año 2012.

Existen algunas estadísticas que es necesario obtener con periodicidad semanal, como el número de casos, mientras que para otras no es interesante obtener tanto detalle, como puede ser la distribución de grupos etarios[9]. Para alojar estos dos tipos de agregación se han creado dos set de datos, uno con periodicidad semanal para los elementos de dato de la tabla 7.9 y otro con periodicidad anual para los elementos de la tabla 7.10.

[9]Clasificación de los pacientes basada en la edad.



(a) Inicio del formulario (b) Final del formulario

Figura 7.14: Infecciones Respiratorias Agudas Graves: formulario de entrada (parcial)

Indicadores

Únicamente se han creado dos nuevos indicadores, ya que los Elementos de dato que se han agregado anteriormente son suficientes para generar casi todos los informes habituales:

- Porcentaje casos positivos: suma de todos los casos que tienen un agente causal (casos positivos) sobre el número de casos totales. Tipo porcentaje.
- Porcentaje casos positivos influenza: suma de todos los casos positivos por algún tipo de influenza sobre el número de casos totales. Tipo porcentaje.

7.4.3. Análisis de datos

Visualizador de datos

Como ejemplo de gráfica generada mediante el visualizador de datos se muestra a continuación la distribución por grupos etarios (figura 7.15). Esta gráfica es una de las más comunes e importantes y aparece habitualmente en el "Boletín Epidemiológico Semanal".

Informe estándar

También se han creado varios informes estándar para generar tablas y gráficos más complejos que no podían ser generados mediante el visualizador de datos. Como ejemplo se muestra la distribución de virus, siguiendo la codificación de colores estandarizada (figura 7.16).

Nombre orden	**Orden**
Casos totales	Registrado en la etapa
Total hospitalizados	Fecha hospitalización is not null
Total fallecidos	Fallecido = 'true'
Total ingresados UCI	Ingreso UCI = 'true'
Total influenza A H1N1	Agente causal = 'INFLUENZA A H1N1'
Total influenza A H3N2	Agente causal = 'INFLUENZA A H3N2'
Total influenza B	Agente causal = 'INFLUENZA B'
Total influenza Otros	Agente causal = 'INFLUENZA OTROS'
Total para influenza	Agente causal = 'PARA INFLUENZA 1' OR Agente causal = 'PARA INFLUENZA 2' OR Agente causal = 'PARA INFLUENZA 3'
Total VSR	Agente causal = 'VSR'
Total Adenovirus	Agente causal = 'ADENOVIRUS'

Tabla 7.9: Infecciones Respiratorias Agudas Graves: órdenes de agregación semanales

Nombre orden	**Orden**
Edad menores de 2	Edad en fecha de informe ¡730[10]
Edad entre 2 y 4	Edad en fecha de informe ¿= 730 AND Edad en fecha de informe ¡1825
Edad entre 5 y 19	Edad en fecha de informe ¿= 1825 AND Edad en fecha de informe ¡7300
Edad entre 20 y 39	Edad en fecha de informe ¿= 7300 AND Edad en fecha de informe ¡14600
Edad entre 40 y 59	Edad en fecha de informe ¿= 14600 AND Edad en fecha de informe ¡21900
Edad mayores de 60	Edad en fecha de informe ¿= 21900

Tabla 7.10: Infecciones Respiratorias Agudas Graves: órdenes de agregación anuales

7.5. Configuración de alertas

DHIS2 es un sistema que permite automatizar una serie de tareas rutinarias, como son la agregación de datos individuales a datos agregados o la exportación del datamart. Esto proporciona a los usuarios datos actualizados[11] listos para ser utilizados por las herramientas de análisis. Además, el manejo de periodos relativos en la creación de gráficas e informes permite disponer de información referida al momento actual de manera automática. Toda esta información ofrecida por DHIS2 puede ser aprovechada, entre otras cosas, para automatizar la generación de alertas o avisos.

Actualmente DHIS2 no cuenta con una funcionalidad para gestionar la generación de alertas o avisos, lo cual, si bien no es una característica esencial de un Sistema de Información, si es algo recomendable y tremendamente útil. Este es un tema que se ha tratado en la lista de usuarios de DHIS2[12], donde algunos usuarios mostraron la necesidad de generar alertas automáticas basadas en que un determinado valor supere o no un umbral que se haya establecido. En esa misma lista se delineó una posible solución para automatizar este proceso mediante el uso de herramientas

[11] Los procesos de agregación y exportación del datamart se realizan una vez al día, por lo que en el caso peor el retardo será de 24h.

[12] `https://launchpad.net/~dhis2-users`

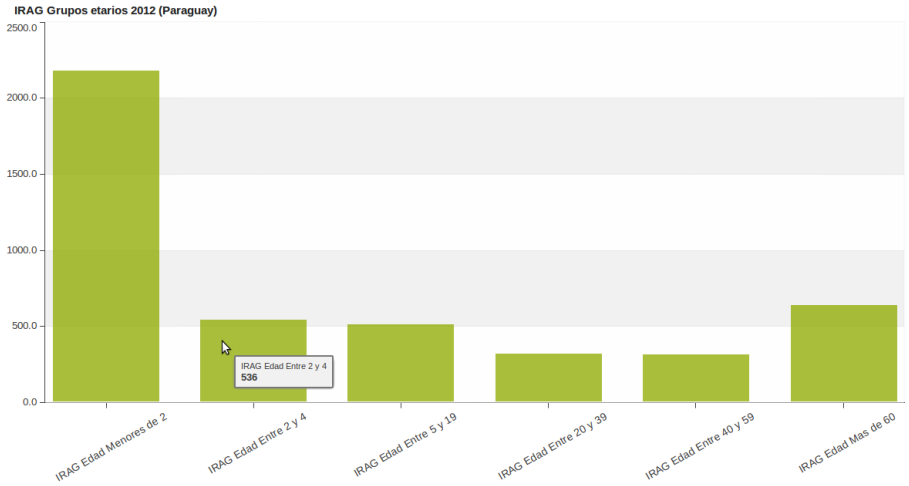


Figura 7.15: Infecciones Respiratorias Agudas Graves: distribución de grupos etarios

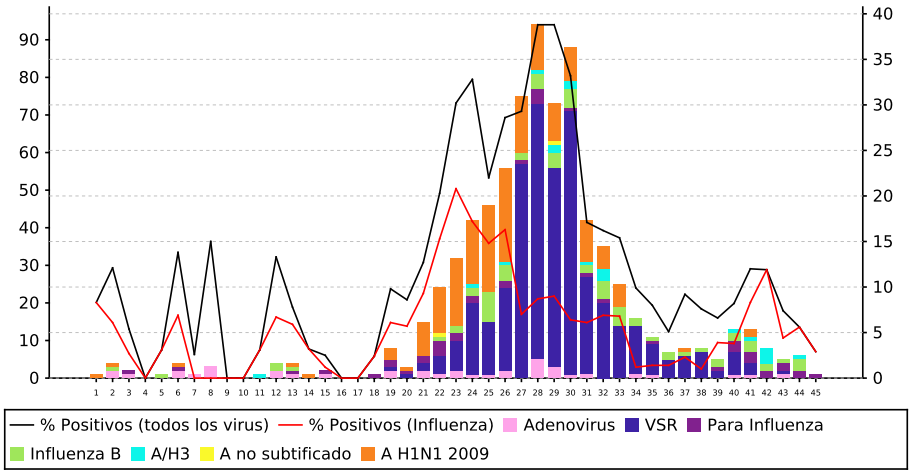


Figura 7.16: Infecciones Respiratorias Agudas Graves: distribución de virus

externas a DHIS2 e interaccionando con él a través de su módulo Web API. Este apartado consiste en la implementación de esa solución delineada en la lista de usuarios.

7.5.1. Alertas referidas a un elemento de datos y a una unidad organizativa

La generación de la alerta va a estar condicionada a que un determinado valor supere o no un umbral, por lo que lo primero que hay que definir es lo que va a representar ese valor, es decir, el contenido de sus tres dimensiones.

El caso de uso más sencillo, que servirá de base para casos más complejos, consiste en la evaluación de un valor referido a un único elemento de datos (o indicador) y a una única unidad organizativa. Sobre la dimensión temporal, por lo general se utilizarán periodos relativos y recientes (última semana, último mes,...) ya que el propósito de la alerta es detectar que el umbral se ha

superado en el momento actual, no importando tanto lo que haya ocurrido en periodos pasados.

El proceso de creación de la alerta está representado en la figura 7.17 y a continuación se va a ir describiendo paso por paso. El script que contiene la solución se encuentra en el CD anexo con el nombre "alertaSimple.pl" dentro del fichero "alertas.zip". El lenguaje utilizado para escribir el script ha sido Perl[13], debido principalmente a las facilidades que ofrece para gestionar ficheros en formato JSON[14].

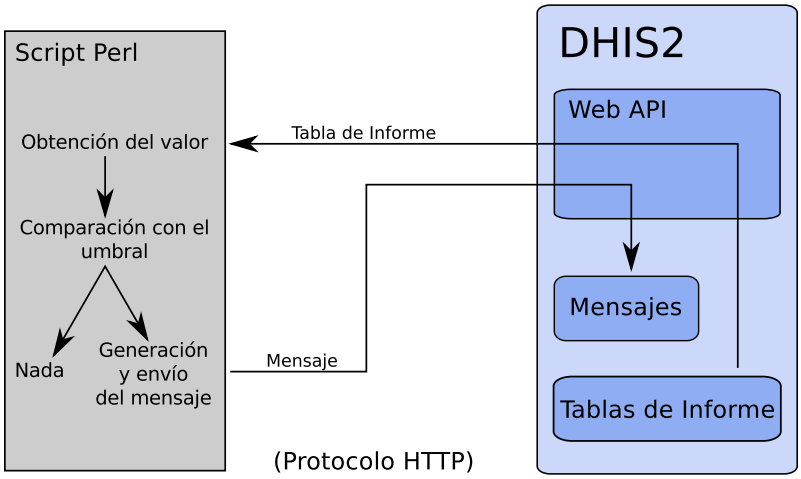


Figura 7.17: Creación de alertas: esquema

Creación de una tabla de informe

El objetivo de esta primera etapa es hacer visible desde el exterior, y a través de la Web API, el valor que se quiere evaluar. Una manera sencilla de hacer esto es mediante el uso de una tabla de informe[15], ya que estas tablas permiten el uso de periodos relativos (necesarios para referir el valor al momento actual) y son accesibles automáticamente a través de la Web API. Para este caso se ha creado una tabla de informe sencilla con los siguientes parámetros:

- Elemento de datos: IRAG Casos totales[16] (Filas).
- Unidad organizativa: Parámetro de informe. Esto es útil para evaluar datos de diferentes unidades organizativas sin necesidad de modificar la tabla de informe (Filas).
- Periodo: relativo - última semana (columna).

Obtención del valor

La tabla de informe creada anteriormente se obtendrá a través de la Web API utilizando el protocolo HTTP. La documentación de usuario de DHIS2 [20] explica cómo realizar este proceso

[13] `http://www.perl.org/`

[14] Es necesario descargar e instalar el módulo JSON para Perl. Más información sobre el archivador de módulos en `http://www.cpan.org/`.

[15] Durante el desarrollo de esta solución, la versión de DHIS2 más actual era la 2.10, en la cual es necesario crear una tabla de informe para obtener valores a través de la Web API. Con la aparición de la versión 2.11 ya no es necesario crear una tabla de informe, por lo que el proceso se simplifica un poco. No obstante, esta solución sigue siendo completamente compatible con la nueva versión.

[16] Elemento de datos obtenido como resultado de la agregación de datos individuales de IRAG (ver apartado 7.4.2).

utilizando el cliente HTTP cURL[17] y mediante la línea de comandos. Perl dispone de un módulo propio para utilizar cURL, WWW::Curl::Easy[18], por lo que lo que ha hecho ha sido adaptar esa orden de línea de comandos a lenguaje Perl.

Los posibles formatos para obtener la tabla de informe son HTML, XML, JSON, PDF y MS Excel. De ellos, el elegido ha sido JSON debido a que es un formato basado en etiquetas, con la información bien estructurada y en el que es fácil encontrar lo que se busca.

Una vez que la tabla de informe ha sido obtenida, lo siguiente es extraer el valor deseado, lo cual es un proceso relativamente sencillo (ver comentarios en el script para más información).

Comparación con el umbral

Este es el punto en el que se realiza la evaluación del valor obtenido. Si el valor es menor que el umbral que se ha establecido, todo está correcto y no debe realizarse ninguna acción más. Si el valor es igual o superior al umbral, entonces se pasa a la siguiente etapa en la que se crea un mensaje y se envía a la Web API.

Generación y envío de un mensaje

DHIS2 incorpora una pequeña "red social" interna en la que cada usuario puede, entre otras cosas, intercambiar mensajes con otros usuarios. Estas conversaciones entre usuarios pueden ser manejas a través de la Web API, por lo que éste será el mecanismo que se utilizará para enviar las notificaciones de alerta a los usuarios.

Para crear un nuevo mensaje en DHIS2 es necesario enviar a la Web API un texto en formato XML siguiendo las líneas marcadas en la documentación de DHIS2. El mensaje está compuesto por:

- Cabecera: Es una cadena de caracteres fija que es necesario incluir al inicio.
- Asunto del mensaje.
- Cuerpo: Texto con el contenido del mensaje.
- Usuarios: Lista de usuarios a los que se quiere enviar el mensaje. Deberán especificarse las URI de cada uno, las cuales pueden ser consultadas a través de la Web API.

Finalmente, ese mensaje debe ser enviado a la Web API. Para ello, y al igual que en el primer paso, se utilizará la herramienta cURL a través de Perl para enviar la petición HTTP. Si todo ha ido correctamente el script devolverá un mensaje notificando que la conversación ha sido creada.

7.5.2. Alertas con varios elementos de dato o varias unidades organizativas

El procedimiento anterior responde al caso más sencillo en el que solamente se comprueba el valor de un elemento de dato y en una unidad organizativa. Pero en la realidad, por lo general,

[17] Es una herramienta de software libre para la transferencia de datos con sintaxis URL. `http://curl.haxx.se/`.

[18] Es necesario descargar e instalar este módulo. Más información sobre el archivador de módulos en `http://www.cpan.org/`.

se necesitará controlar que el valor de determinados elementos de datos o indicadores no superan sus respectivos umbrales en un conjunto de unidades organizativas. El procedimiento y el script anteriores pueden ser considerados como una base para crear un sistema de alertas más complejo. A continuación se van a vislumbrar posibles soluciones a este problema, llegando a la implementación de una de ellas.

Varias unidades organizativas

Controlar un determinado valor en más de una unidad organizativa puede realizarse de varias maneras. Aquí se describen las que se han considerado como las dos soluciones más apropiadas para resolverlo:

- La primera solución está basada en aprovechar que la dimensión "unidad organizativa" es un parámetro de la tabla de informe. El script haría una petición a la Web API por cada una de las unidades organizativas que quiera controlar, para lo cual solamente habría que modificar el identificador de la unidad organizativa en cada petición (parámetro de la tabla de informe). Esta solución multiplicaría el tráfico de datos por el número de unidades organizativas controladas, ya que sería necesario obtener una tabla de informe por cada unidad organizativa, pero esto no debería suponer un problema ya que lo habitual es que el script se ejecute en la misma máquina en la que se encuentra instalado DHIS2. Los cambios en el código del script serían sencillos, ya que valdría con crear un bucle para realizar las sucesivas peticiones a la Web API y se podría reutilizar el script base anterior. No sería necesario modificar la tabla de informe.
- La segunda solución consistiría en crear una tabla de informe que contenga la información de todas las unidades organizativas. De este modo solamente sería necesario realizar una petición a la Web API y se reduciría el tráfico de datos. Esto requeriría cambios en la tabla de informe, ya que el parámetro de informe solamente admite una única unidad organizativa, por lo que dejaría de ser útil en este caso. La solución sería crear una tabla de informe con unidades organizativas fijas. El script también necesitaría cambios en su lógica para poder leer y analizar cada línea.

Varios elementos de datos o indicadores

Los elementos de dato o indicadores no pueden ser entregados como parámetros de informe, por lo que las posibilidades en este caso se reducen un poco. A continuación se describen dos posibles soluciones:

- La primera solución consistiría en modificar la tabla de informe de modo que incluya el valor de todos los elementos de datos e indicadores que se quieren controlar. Cada uno de ellos aparecería en una fila de la tabla, por lo que sería necesario modificar también la lógica del script para que pueda ir leyendo y analizando cada fila sucesivamente.
- La segunda solución estaría basada en crear una tabla de informe distinta para cada uno de los elementos de dato o indicadores. Se realizaría una petición a la Web API por cada uno de los elementos que se quieran consultar, lo que requeriría cambios en el script para llevarlo a cabo.

Solución implementada

En el CD Anexo se puede encontrar con el nombre "alertaCompleja.pl" dentro de "alertas.zip" la solución que se ha implementado para poder realizar este control múltiple (varios elementos de datos o indicadores y varias unidades organizativas). El modo de estructurar la información ha sido el siguiente:

- *Unidades organizativas:* aprovechando la posibilidad de que la unidad organizativa puede ser entregada como parámetro de la tabla de informe y para simplificar el proceso de análisis en el script, se ha decidido obtener una tabla de informe diferente para cada unidad organizativa.
- *Elementos de dato o indicadores:* en este caso se ha decidido incluir todos los elementos de datos o indicadores en una misma tabla de informe. La razón principal es la simplicidad, ya de este modo añadir o eliminar elementos es algo muy sencillo, ya que basta con añadirlos o eliminarlos de una misma tabla y no es necesario crear una nueva para cada uno de ellos.

A continuación se muestra un ejemplo de lo que mostraría como resultado la ejecución del programa. Para este ejemplo se ha creado una tabla de informe con dos elementos de datos: IRAG Casos totales e IRAG AG VSR Total[19]. Los umbrales seleccionados han sido 60 y 20 respectivamente. El control se realiza sobre dos unidades organizativas: HC Instituto de Previsión Social e INERAM.

```
Organisation unit 'HC Instituto de Prevision Social'
The value found for 'IRAG Casos totales' is 70.0
The threshold value is 60

The value is greater than the threshold. A warning message will be sent.

HTTP/1.1 201 Creado
Server: Apache-Coyote/1.1
Set-Cookie: JSESSIONID=7D9134C732757F598175BA1760F8CA02; Path=/dhis/;
    HttpOnly
Location: /messageConversations/CD4Tok4QMwA
Content-Type: text/plain;charset=UTF-8
Transfer-Encoding: chunked
Date: Tue, 26 Mar 2013 15:01:45 GMT

Message conversation created
-----------------------------------------------

Organisation unit 'HC Instituto de Prevision Social'
The value found for 'IRAG AG VSR Total' is 8.0
The threshold value is 20

The value is not greater or equal than the threshold. Everything is fine.
-----------------------------------------------
-----------------------------------------------

Organisation unit 'INERAM'
The value found for 'IRAG Casos totales' is 51.0
The threshold value is 60

The value is not greater or equal than the threshold. Everything is fine.
```

[19]Número de casos de IRAG en los que el agente causal ha sido identificado como VSR. Obtenido en el proceso de agregación (ver apartado ...).

```
------------------------------------------------

Organisation unit 'INERAM'
The value found for 'IRAG AG VSR Total' is 3.0
The threshold value is 20

The value is not greater or equal than the threshold. Everything is fine.
------------------------------------------------
------------------------------------------------
```

Como puede observarse, el valor de "IRAG Casos totales" se ha superado en la unidad organizativa "HC Instituto de Prevision Social". El programa genera entonces un mensaje y lo envía a DHIS2 a través de la API, cuya respuesta permite comprobar que ha sido recibido correctamente. En las figuras 7.18 y 7.19 puede verse la apariencia que tendrá el mensaje dentro de la aplicación.

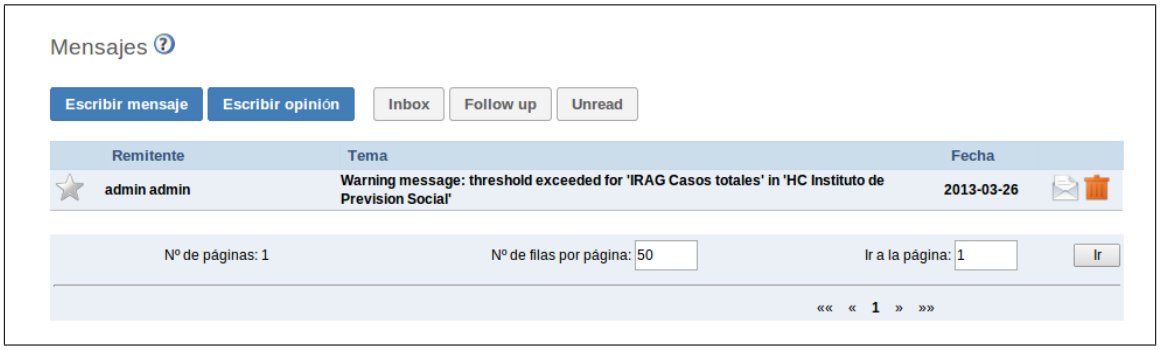


Figura 7.18: Alerta: mensaje en bandeja de entrada

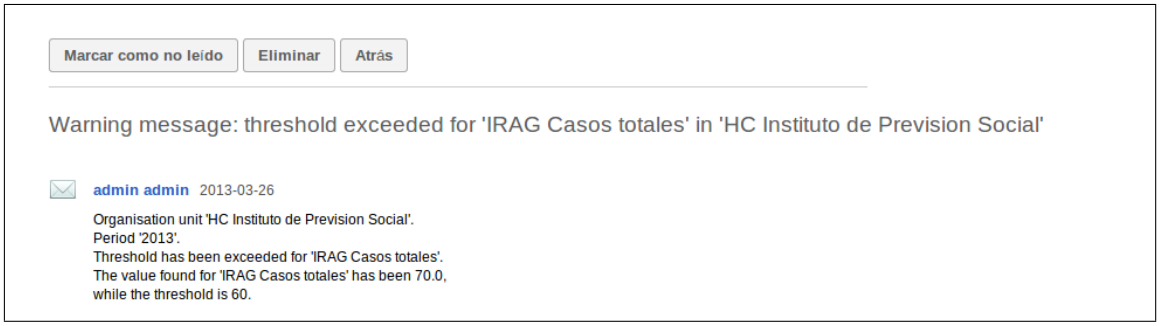


Figura 7.19: Alerta: visualización del mensaje

7.5.3. Automatización de las alertas

Hasta el momento solamente se dispone de un script que realiza el trabajo de comprobar un determinado valor, evaluarlo y enviar un mensaje en caso de ser necesario. Pero éste sigue siendo un proceso manual, ya que es necesario ejecutar el script cada vez que se quiere realizar la comprobación. Para automatizar este proceso y que el script se ejecute de manera regular se ha utilizado la herramienta cron[20] de Unix.

[20]Es un administrador regular de procesos en segundo plano. Sirve para configurar la ejecución de procesos a intervalos regulares. Más información sobre cron en `https://help.ubuntu.com/community/CronHowto`

Automatizar la ejecución del script simplemente consiste en añadir una línea al fichero "crontab" especificando los parámetros de la configuración. Para editar ese fichero es necesario ejecutar en una terminal el comando "crontab -e", el cual abrirá un editor de textos con el contenido del fichero "crontab". La línea que se ha añadido ha sido:

```
0 0 * * * /ruta_al_script/alerta.pl
```

La línea anterior indica que el script se va a ejecutar todos los días a las 00:00 (más información sobre la configuración de cron en `https://help.ubuntu.com/community/CronHowto`). Es importante que el script esté configurado como *ejecutable*.

7.6. DHIS2 en el contexto

7.6.1. Compatibilidad respecto a la iniciativa SINAIS

Como se ha visto en el apartado 2.3.3, actualmente existe una gran voluntad por parte del MSPyBS para el fortalecimiento e integración de los Sistemas de Información de cada una de los subsistemas que lo componen. En este contexto, el Sistema de Información de la DGVS debe respetar las pautas que marca el MSPyBS para facilitar su integración en el conjunto. Estas pautas no son normas rígidas sino más bien recomendaciones. A continuación se comprobará el grado de cumplimiento de DHIS2 para cada una de ellas.

1. Utilización de un único software dentro de cada subsistema.

   Cada establecimiento de salud se conecta a un único servidor DHIS2 a través de Internet, por lo que no solamente se utiliza el mismo software sino que también la misma versión y con la misma configuración para todos.

2. Backups periódicos de la base de datos.

   La información de DHIS2 se guarda en una base de datos PostgreSQL, por lo que fácilmente pueden programarse backups periódicos.

3. Herramientas de validación de la carga de datos.

   DHIS2 ofrece la posibilidad de restringir el tipo de dato que se introduce en el sistema, así como que ese dato esté dentro de ciertos parámetros (valores máximos y mínimos, set de opciones...).

4. Bases de datos con datos individuales y datos agregados.

   La base de datos de DHIS2 guarda tanto datos individuales como datos agregados. Además, y para facilitar su tratamiento y clasificación, cada uno de ellos se guarda en una tabla diferente de la base de datos.

5. Las bases de datos individuales tendrán como identificador la cédula de identidad.

   El campo "cédula de identidad" no se encuentra entre los campos por defecto en la definición de pacientes. DHIS2 permite crear campos adicionales definidos como "atributos de paciente", por lo que es posible añadirlo. No obstante, el valor de los "atributos de paciente" se guarda en una tabla diferente de la base de datos, y en conjunto es necesario relacionar 3 tablas para asociar la cédula de identidad con la información del paciente.

6. Las bases de datos agregados tendrán como identificadores los servicios de salud prestadores del sistema y/o la región sanitaria y/o la unidad geográfica correspondiente.

   Los datos agregados en DHIS2 se almacenan manteniendo una relación directa con sus tres dimensiones, entre las que se encuentra la unidad organizativa a la que pertenecen (región sanitaria, distrito o establecimiento).

7. Cada subsistema deberá describir de manera exhaustiva sus datos para evitar conflictos a nivel central.

   DHIS2 permite asociar una descripción a cada entidad definida (elemento de dato, indicador, unidad organizativa, set de datos,...).

8. No se debe permitir la utilización de software no específico de bases de datos, como las hojas de cálculo (MS Excel).

   La información en DHIS2 se almacena utilizando PostgreSQL, un software específico de bases de datos.

9. Se recomienda la utilización en la medida de lo posible de software libre dentro de cada subsistema.

   DHIS2 es una herramienta de software libre bajo la licencia BSD.

Como resumen, DHIS2 cumple todas las recomendaciones establecidas por el MSPyBS para cada subsistema de información, si bien la recomendación número 5 requeriría algo de esfuerzo adicional.

7.6.2. DHIS2 y el software propio SIDGVS

Una de las características más determinantes del contexto en el que se encontraría DHIS2 es la existencia de un software específico, SIDGVS (ver apartado 6.4.1), actualmente en fase de pruebas y que cubre las mismas etapas de tratamiento de datos que DHIS2. En este apartado va a realizarse una comparación entre los dos sistemas mostrando los puntos fuertes y débiles de cada uno.

Comparación entre DHIS2 y SIDGVS

- **Origen del software**

  Aquí se encuentra la diferencia más importante entre ambas aplicaciones, ya que su origen va a condicionar completamente su sostenibilidad en el largo plazo.

  SIDGVS nace como resultado de una consultoría informática realizada a una empresa privada. Aunque, una vez pagado el coste de adquisición, el software ya pertenece en propiedad a la DGVS, cualquier modificación que se quiera realizar en el sistema (tales como alteración o creación de formularios) deberá ser encargada a la empresa, con el coste que lleva asociado.

  DHIS2 es una herramienta de software libre, sin coste de adquisición. Es un sistema genérico que puede ser fácilmente adaptable a cada escenario sin necesidad de programación. Cuenta con una comunidad de usuarios[21] repartida por todo el mundo (que está adquiriendo una importancia creciente en América Latina) y con equipo de desarrollo que publica periódicamente nuevas versiones de la aplicación (aproximadamente cada 4 meses) y escucha las sugerencias y demandas de los usuarios.

[21] `https://launchpad.net/~dhis2-users`

- **Aplicación web o distribuida**

  Dada la dispersión propia de la red de establecimientos de salud del MSPyBS, una buena característica de la aplicación sería que fuese una aplicación web centralizada en vez de distribuida. De este modo se evitarían los desplazamientos a cada establecimiento de salud para tareas de modificación o mantenimiento de la aplicación.

  Tanto SIDGVS como DHIS2 son aplicaciones web centralizadas en un único servidor.

- **Almacenamiento de datos**

  Una de las recomendaciones del SINAIS es evitar el uso de herramientas no específicas de bases de datos para el almacenamiento de datos, tales como hojas de cálculo de MS Excel.

  Ambos sistemas utilizan bases de datos PostgreSQL, una herramienta específica de bases de datos.

- **Administración de meta-datos**

  La administración de meta-datos se refiere a todo lo que tenga que ver con la creación, modificación o eliminación de elementos como formularios, elementos de dato o indicadores.

  SIDGVS permite crear nuevos formularios con nuevos elementos de dato a través de la interfaz de usuario. Para ello es necesario proporcionar un fichero PHP con la configuración del formulario, lo que hace que el proceso de creación sea un poco complejo y solo al alcance de usuarios con habilidades en PHP y con conocimientos suficientes de la aplicación para crear un fichero compatible.

  DHIS2 tiene una administración de meta-datos flexible que permite crear nuevos formularios a través de la interfaz de usuario sin necesidad de programación, por lo que puede ser realizado por cualquier usuario del sistema.

- **Capacidad de trabajo off-line**

  La utilización de ambas herramientas requiere de la disponibilidad de una conexión a Internet para acceder al servidor DHIS2. La conectividad a Internet en muchos establecimientos de la red de salud, especialmente los que se encuentran lejos de grandes núcleos urbanos, está limitada y es muy inestable, con cortes frecuentes en el servicio. En esta situación, tener la capacidad de seguir trabajando mientras la conexión está caída es una característica deseable.

  SIDGVS no cuenta con soporte para trabajar off-line. Si el corte se produce mientras se está realizando la carga de datos, los datos que se han introducido se pueden conservar pero no puede avanzarse en la carga de datos.

  DHIS2 cuenta con soporte para trabajar sin conexión durante la carga de datos agregados siempre y cuando el usuario se encuentre en la pantalla de carga de datos. Podrá seguir rellenando formularios y los datos quedarán guardados en el navegador a la espera de que se restaure la conexión. Una vez se haya restablecido, el usuario podrá enviar los datos que están almacenados. Actualmente no dispone de soporte off-line para carga de datos individuales.

- **Análisis de datos**

  Entre las funciones de ambos sistemas se encuentra la de realizar un análisis de datos basado en la generación de gráficos, informes y mapas.

  SIDGVS tiene un conjunto de gráficos predefinidos que pueden ser generados fácilmente con un solo click. Estos gráficos cubren la mayoría de las necesidades de información de la DGVS. Existe la posibilidad de generar nuevos gráficos, pero para ello se necesita proporcionar un fichero PHP de configuración que sea compatible con el sistema, lo cual no suele estar al alcance del usuario final y tendrá que ser encargado a la empresa diseñadora.

DHIS2 cuenta con varias herramientas para generar gráficos que van desde una herramienta de generación de gráficos básicos al alcance de cualquier usuario hasta aplicaciones complejas con informes completamente personalizados para las cuales hacen falta conocimientos adicionales. Tiene integrado un Sistema de Información Geográfica que permite generar mapas temáticos de una manera muy sencilla.

- **Interoperabilidad con otros subsistemas de SINAIS**

  El Subsistema de información de la DGVS forma de parte de un sistema más grande, el SINAIS, por lo que es importante que respete las recomendaciones indicadas y que facilite su interoperabilidad.

  SIDGVS nace como solución a una necesidad concreta de la DGVS, y por tanto está completamente adaptado al escenario en el que va a operar. Utiliza la cédula de identidad como identificador principal de los datos individuales, e incluso tiene integrada una búsqueda de usuarios basada en la cédula de identidad mediante una conexión a la base de datos de la Policía. Esto facilita enormemente la integración con el resto de subsistemas.

  DHIS2 respeta las recomendaciones establecidas por el MSPyBS para su integración con el resto de subsistemas, si bien la identificación de los datos individuales basada en la cédula de identidad no es inmediata y requiere realizar un esfuerzo adicional.

- **Gestión de roles y usuarios**

  El acceso a ambas aplicaciones se realiza a través de la interfaz web, por lo que es necesario disponer de un gestor de usuarios para controlar el acceso a la misma, y de un gestor de roles para limitar los privilegios que cada usuario tiene dentro del sistema.

  Ambas aplicaciones cuentan con una gestión de roles y usuarios para controlar el acceso y limitar las acciones de cada usuario.

Como resumen, SIDGVS y DHIS2 son dos herramientas que tienen la misma finalidad, con características similares y con una prestación de servicios parecida. Pero hay una gran diferencia entre ellas: SIDGVS es una herramienta específica para este contexto y adaptada a la situación actual de la DGVS, con los beneficios y limitaciones futuras que eso conlleva. Por su lado, DHIS2 es una herramienta genérica con mayor potencial que SIDGVS debido a la flexibilidad de su configuración y a su constante evolución gracias a la existencia de una comunidad de usuarios y desarrolladores.

7.6.3. Compatibilidad con el histórico de datos

El cambio a un nuevo Sistema de Información suele traer consigo ciertas complicaciones relacionadas con el formato en que están almacenados los datos. A menudo, la estructura de los datos de los sistemas nuevo y antiguo no son directamente compatibles entre sí y su adaptación requiere realizar un trabajo extra. La solución deseable es aquella en que los datos del sistema antiguo pueden ser incorporados completamente al nuevo sistema y tratados de la misma manera que los datos propios. Desde luego, lo que no es permisible es renunciar al histórico de datos simplemente porque su formato no sea compatible con el nuevo sistema.

La DGVS mantiene sus datos almacenados en forma de tablas de MS Excel. Por tanto, conseguir la compatibilidad de DHIS2 con el histórico de datos consistirá en poder en importar datos en formato MS Excel a DHIS2 y, de manera inversa, poder exportar datos de DHIS2 en formato MS Excel. La exportación de DHIS2 a MS Excel no plantea ninguna complicación ya que, como se ha visto en apartados anteriores (5.3.7 y 5.4.4), DHIS2 incluye varias herramientas que permiten disponer los datos en forma de tabla y exportarlos en formato MS Excel. El paso contrario no

es tan evidente y requiere un trabajo adicional. A continuación se muestran las soluciones que se han adoptado para poder importar datos en formato MS Excel a DHIS2. Estas soluciones serán diferentes según se trate de datos agregados o datos individuales, ya que la manera en que son tratados y almacenados en DHIS2 es diferente.

Datos agregados

La importación de datos agregados en DHIS2 es una funcionalidad que está incluida dentro de sus características y resulta relativamente sencilla. Esta importación consiste en entregar a DHIS2 un fichero en formato .xml con todos los valores que se quieren importar y siguiendo exactamente una determinada estructura. Por tanto, el problema de importación de datos se reduce a primero convertir el fichero MS Excel en uno o varios ficheros .xml que cumplan la estructura definida por DHIS2 y luego enviarlos al servidor.

La estructura que debe seguir el fichero .xml es bastante estricta: está formado por una cabecera con una expresión fija y con varios parámetros opcionales, seguida del cuerpo en el que cada línea corresponde a un valor de dato. No obstante, existen dos alternativas para ordenar la información:

- Un fichero con valores de varios Set de datos:

  En esta primera alternativa, cada línea del fichero .xml incluye el valor del dato y el valor de sus tres dimensiones (elemento de dato, periodo y unidad organizativa). Toda la información referente a cada valor está especificada en su misma línea. Esto hace posible que cada valor pueda estar asociado a una unidad organizativa o un periodo diferentes.

  La ventaja de esta alternativa es que se puede tener información de varios Set de datos en un mismo fichero, lo cual hace más rápido el proceso de entrega de los ficheros a DHIS2 ya que solamente es necesario entregar un único fichero. La desventaja es que están todos los datos mezclados y se pierde la estructura de Set de datos, por lo que no es posible especificar la fecha en la que se ha completado ese Set de datos.

- Un fichero para cada Set de datos:

  La segunda consiste en crear un fichero diferente para cada Set de datos, es decir, para cada combinación periodo/unidad organizativa. El valor de estas dos dimensiones queda determinado en la cabecera del fichero .xml, por lo que todos los valores incluidos en el cuerpo ya tienen definidas esas dos dimensiones y, por tanto, el dataset al que corresponden. En cada línea del cuerpo únicamente es necesario definir el elemento de dato y el valor del dato.

  La ventaja de esta estructura es que la información se mantiene organizada por Set de datos, lo que permite determinar la fecha en la que fue completado cada uno de ellos. La desventaja está en que es necesario un fichero por cada Set de datos, lo cual puede generar, en caso de importaciones muy grandes, un número inmanejable de ficheros.

La entrega del fichero .xml puede realizarse a través de dos módulos diferentes:

- Módulo de importación/exportación:

  Este módulo permite realizar la importación de datos enteramente desde la interfaz de usuario, sin necesidad de escribir ningún código. Tiene la opción de previsualizar los datos antes de importarlos, la cual imprime por pantalla un cuadro-resumen clasificando los valores según sean nuevos, actualicen valores ya existentes en el sistema o vayan a ser ignorados por no poder ser identificados correctamente. En el caso de valores ignorados, también se especifica

el motivo por el cual no pueden ser identificados. Esta opción de previsualización es muy útil para conocer de antemano que el resultado de la importación va a ser el esperado.

Utilizar la interfaz de usuario es muy cómodo y accesible para cualquier tipo de usuario, pero tiene el inconveniente de que no puede ser automatizado. En el caso de pocos ficheros esto no presenta un problema, pero se vuelve inviable cuando van a importarse cientos de Set de datos.

- Módulo Web API:

  El segundo método se basa en el uso de uno de los recursos presentes en la Web API, el "dataSetValues", a través del cual se puede realizar la importación de datos agregados. También proporciona la opción de previsualizar los datos antes de importarlos. Este método consiste en el envío de una petición HTTP con el fichero .xml añadido como cuerpo de la petición. La respuesta del servidor es, de igual modo, un mensaje HTTP, cuyo cuerpo del mensaje es un resumen de la importación (valores nuevos, actualizados o ignorados).

  El inconveniente principal de esta alternativa es que requiere habilidad para la generación y envío de peticiones HTTP, por lo que no está al alcance de cualquier usuario. La ventaja está en que es un proceso que se puede automatizar mediante mediante un programa informático.

La solución que se ha implementado finalmente es una mezcla de todas ellas. Se ha creado un programa escrito en Java que toma como fuente de datos un fichero en MS Excel. Ofrece la posibilidad de escoger entre generar un único fichero .xml o varios ficheros .xml, los cuales quedarán guardados en la carpeta que el usuario decida. Una vez que los ficheros hayan sido generados, el usuario puede importarlo manualmente en DHIS2 o pedirle al programa que los envíe automáticamente a través de la Web API, pudiendo previsualizar primero la importación para comprobar que todo va a salir según lo esperado. En el anexo A se encuentra una guía sobre esta aplicación, y en el archivo comprimido "AggregatedDataExcelAdapter.zip" del CD Anexo se encuentra el programa.

Datos individuales

El caso de la importación de datos individuales en DHIS2 es algo más complicado que el de datos agregados ya que no existe ninguna herramienta en DHIS2 para facilitar este proceso. El módulo de Paciente (o de Seguimiento) es un módulo relativamente nuevo y carece de algunas de las características que sí tienen los datos agregados, como son, en lo que afecta a este caso, la presencia en la Web API y la posibilidad de importarlos a través del módulo de importación/exportación. Por el momento, la única manera de automatizar la entrada de datos individuales es mediante la interacción directa con la base de datos.

Para llevar esto a cabo es necesario realizar un análisis de las tablas de la base de datos que son afectadas cuando se introducen nuevos datos individuales. Estas tablas serán diferentes dependiendo del tipo de programa de salud para el que se quieran introducir datos. Solamente se realizará un análisis para los programas "Etapa única con registro" (porque se ha utilizado para la notificación de Síndromes Febriles e IRAG) y "Etapa única sin registro" (porque podría ser utilizado para la notificación de IRAG).

La solución que se ha implementado consiste en un programa escrito en Java que puede ser reutilizado por cualquier usuario de DHIS2. Esta basado en la lectura de una fichero MS Excel que sigue un formato preestablecido, y permite crear nuevos registros para los programas "Etapa única con registro" y "Etapa única sin registro". En el anexo B se encuentra una guía sobre la aplicación y en el archivo comprimido "IndividualDataExcelAdapter.zip" del CD Anexo se encuentra el

programa.

7.6.4. Integración con la iniciativa BONIS

El sistema de notificación BONIS (apartado 6.4.2) utiliza la red de telefonía móvil para proporcionar un servicio de notificación rápido que permita tomar decisiones en un tiempo adecuado. En este apartado se va a proponer una posible integración de BONIS con el sistema DHIS2.

La notificación realizada con BONIS puede considerarse como una primera etapa dentro de un proceso de notificación más amplio. El usuario que realiza una llamada a este servicio responde a seis preguntas, las cuales son suficientes para una primera aproximación al caso, pero no evitan que posteriormente se tenga que rellenar la "Ficha de notificación de Síndromes Febriles Agudos" tal y como se hace en el resto de casos de manera estándar. Puede considerarse entonces como una etapa opcional (ya que no se dará en todos los casos) y previa a la ficha de notificación estándar.

Una manera apropiada de traducir esto a DHIS2 es mediante el uso de un programa de salud del tipo "Varias etapas con registro". El programa consistiría de dos etapas: la primera correspondería al servicio BONIS y sería opcional, es decir, algunos pacientes podrían estar registrado en esta etapa y otros no; la segunda correspondería a la ficha de notificación estándar y sería obligatoria para todos los pacientes. De este modo se podrían mantener dos procesos independientes pero unidos mediante un mismo programa de salud.

Faltaría entonces integrar los datos del sistema BONIS dentro de DHIS2. Una posibilidad sería adaptar el sistema BONIS para que escribiese los datos de las llamadas directamente sobre la base de datos de DHIS2. Esta solución lograría una mejor integración de los datos, pero también es la más compleja de llevar a cabo ya que el sistema BONIS implementa varios servicios (gráficas, generación de listas de pacientes asignados a cada agente,...) que utilizan la información de la base de datos de BONIS, por lo que cambiar la estructura de la base de datos supondría reescribir la aplicación de nuevo.

Lo más sensato por el momento sería mantener las dos bases de datos separadas, de modo que el sistema BONIS pueda seguir manteniendo un funcionamiento independiente en todos sus servicios. El sistema DHIS2 actuaría únicamente como almacén de datos respecto al sistema BONIS y recogería posteriormente la ficha de notificación estándar completa. Con toda esta información podrían elaborarse estadísticas sobre el nivel de uso del sistema BONIS y detectar diferencias entre los casos que sí han sido pre-notificados con BONIS y los que no.

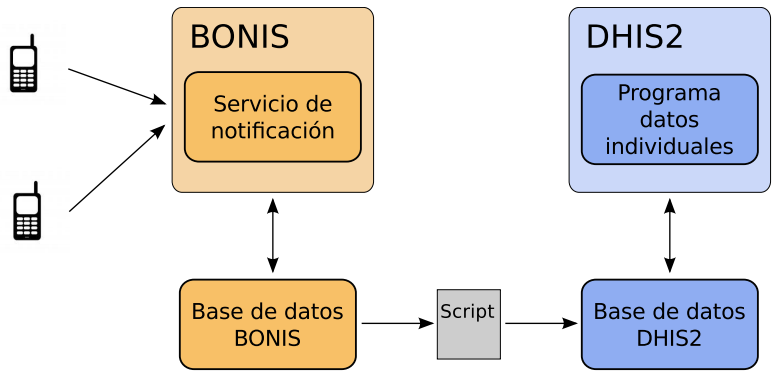


Figura 7.20: Integración con Bonis: esquema general

Parte IV

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

8 Conclusiones

A la vista de los resultados anteriores puede concluirse que DHIS2 es una herramienta muy potente que puede mejorar en gran medida el sistema de información utilizado en la Dirección General de Vigilancia en Salud. La dependencia a Internet de este sistema es quizá su principal limitante, ya que requerirá realizar un esfuerzo adicional para adaptarlo a las zonas aisladas del país. No obstante, en este PFC no se han llegado a estudiar con detalle las soluciones móviles, las cuales podrían solventar este problema.

El tratamiento de la información en la DGVS se basa, por un lado, en la utilización de datos agregados. Estos datos son recogidos de forma semanal en un formulario que es enviado desde cada uno de los departamentos del país. Esta forma de notificar encaja perfectamente con el tratamiento de datos agregados que ofrece DHIS2 y que lleva presente desde el origen de la herramienta. Proporciona una gran funcionalidad para este tipo de datos, entre las que destaca la capacidad de introducir valores sin conexión a Internet: esta característica permite que el sistema siga funcionando a pesar de que se produzcan cortes en la señal, escenario frecuente en Paraguay debido a que el acceso a Internet se realiza habitualmente mediante la red de telefonía móvil utilizando módems usb. De todas maneras sí será necesario disponer de conexión a Internet para acceder a la aplicación y enviar los valores.

Por otro lado, la DGVS utiliza datos individuales para realizar las notificaciones de cada enfermedad. DHIS2 incorporó recientemente (hace apenas dos años) un módulo de paciente destinado al tratamiento de datos individuales. Este módulo se adapta a las necesidades de la DGVS excepto en una característica: al contrario que los datos agregados, DHIS2 no proporciona soporte para introducir datos individuales cuando la conexión a Internet se ha cortado. Este inconveniente será muy determinante para implementar con éxito el sistema, ya que dificultará la carga fluida de los datos cuando existan cortes frecuentes y podrá provocar el rechazo de los usuarios finales. No obstante, el grupo de desarrollo de DHIS2 prevé añadir esta característica con el lanzamiento de la versión 2.12[1], por lo que pronto puede quedar solucionado.

La flexibilidad que ofrece DHIS2 para crear nuevos formularios, definir sus campos, personalizar su apariencia y crear gráficas de manera sencilla y directamente desde la interfaz de usuario ha sido uno de los aspectos más valorados por el personal de la DGVS. Cualquier usuario, sin necesidad de programación, puede modificar la configuración de DHIS2.

También se ha podido observar que DHIS2 permite realizar de manera sencilla mapas, gráficos e informes básicos gracias a las herramientas que incorpora. Esta es una característica muy interesante, ya que además permite predefinirlos para que se generen de manera automática cuando se añaden nuevos datos. La parte negativa aparece cuando se quieren generar gráficos o informes más complejos, por ejemplo una gráfica multieje, ya que para eso se requiere la utilización de software

[1] Prevista para el 1 de Junio de 2013.

especializado que habitualmente está en inglés.

Si bien desde el punto de vista técnico la valoración es bastante positiva, no lo es tanto desde el punto de vista institucional. Durante la realización del estudio se percibió que falta planificación institucional en lo que respecta al diseño e implantación de un Sistema de Información en Salud. Previamente al incio de este estudio la DGVS había encargado el desarrollo de un software de SIS a una empresa informática, el cual desempeñaría funciones similares a las de DHIS2. Se utilice el sistema que se utilice, lo que sí es necesario es definir una planificación previa que determine el tipo de sistema que se quiere implementar, que investigue las alternativas existentes para evitar, si es posible, un desarrollo software de tal magnitud, y que guíe de forma clara todo el proceso de implementación. Por el momento, la voluntad actual de la DGVS es implementar el sistema adquirido a la consultoría informática a pesar de que la comparación realizada en este estudio muestra resultados más favorables a DHIS2. No obstante, el departamento encargado de la vigilancia del IRAG sí que ha expresado su interés en implementar DHIS2 como sistema propio. Esta línea queda aún abierta a la espera de las nuevas funcionalidades que se incorporarán en la próxima versión de DHIS2, prevista para el 1 de Junio de 2013.

9 Trabajo futuro

Tras la realización de este PFC se pueden vislumbrar algunas líneas de investigación para profundizar más en el uso de DHIS2 como sistema de información de la DGVS.

Por un lado está la dependencia de DHIS2 a Internet. En este PFC se ha utilizado la versión estándar de DHIS2, la cual incluye soporte para datos agregados que permite trabajar en entornos de conexiones a Internet inestables y con cortes frecuentes. Lo siguiente sería profundizar en el uso de las soluciones móviles de DHIS2, las cuales permiten enviar los datos de los formularios, tanto agregados como individuales, utilizando como capa de transporte el envío de SMS, independizándose por completo de la disponibilidad de Internet y permitiendo así llegar a los niveles más bajos de la jerarquía de establecimientos. El transporte mediante SMS es transparente al usuario, pero requiere configurar de manera especial tanto el servidor como las aplicaciones móviles.

Además, con la versión 2.13 de DHIS2 se espera que se incluya soporte offline para entrada de datos individuales, lo que permitiría seguir trabajando con cortes en la conexión. Debería estudiarse esta funcionalidad tan pronto esté disponible ya que, en caso de funcionar correctamente, adaptaría perfectamente el sistema al contexto de la notificación de IRAG. El único inconveniente para implementar un piloto durante el desarrollo del PFC en esta notificación fue precisamente la falta de esta funcionalidad.

También se debería profundizar en la relación y compatibilidad entre DHIS2 y el resto de subsistemas que pertenecen al MSPyBS. DHIS2 puede manejar registros individuales pero sin mucho detalle, ya que estos registros están orientados principalmente a servir de fuente para obtener datos estadísticos agregados. Sería interesante relacionar cada paciente de los registros individuales en DHIS2 con su historia clínica detallada, la cual estará almacenada en otro subsistema del MSPyBS.

Otro aspecto que debería mejorarse es el diseño de los formularios de notificación. Estos formularios son, en muchos casos, innecesariamente largos y tienen campos que habitualmente se dejan en blanco. Además no existe una estandarización entre los diferentes formularios, lo que complica el proceso de análisis. Un SIS que transcriba literalmente los formularios del papel al ordenador perpetuará todas estas ineficiencias, por lo que antes de la implementación de un nuevo SIS sería bueno rediseñar los formularios.

Por último, existen zonas del país con un gran subregistro de notificación. Esto es debido a que notificar supone un esfuerzo adicional para los usuarios finales, quienes en muchos casos no valoran su importancia. El desarrollo de este PFC ha considerado únicamente los niveles más altos de la jerarquía de establecimientos, por lo que es necesario continuar el trabajo de investigación profundizando en los niveles inferiores con el objetivo de hacer partícipes a los usuarios finales en el diseño de la solución. De este modo se tendrá un sistema más adaptado y los usuarios se sentirán más motivados para realizar la notificación.

Parte V

ANEXOS

A Guía del adaptador de datos agregados

Las hojas de cálculo MS Excel son una herramienta muy extendida y aceptada en la administración de datos debido a su gran facilidad de manejo. Permite gestionarlos y almacenarlos de una manera sencilla, y muy a menudo es utilizada como software de base de datos. Por este motivo, la importación de datos en DHIS2 a partir de un documento MS Excel es una tarea que puede repetirse con cierta frecuencia en las implementaciones de DHIS2 que existen en todo el mundo. Con el objetivo de facilitar esta tarea a quien tenga que enfrentarse a ella en un futuro, se ha creado una herramienta flexible que otros usuarios podrán reutilizar.

Este anexo contiene una descripción detallada y un ejemplo de uso del programa Java que se ha implementado para resolver la importación de datos agregados en DHIS2 a partir de un documento MS Excel. En el archivo comprimido "AggregatedDataExcelAdapter" del CD anexo se encuentran todos los ficheros y documentos a los que se hará referencia en esta guía:

- *Carpeta src:* contiene el código del programa. Consta de un única clase
- *Carpeta lib:* contiene las librerías necesarias para ejecutar el programa
- *Carpeta doc:* el programa está documentado utilizando JavaDoc. En esta carpeta se encuentra la documentación generada. Para acceder a ella basta con abrir el fichero index.html en un navegador
- *template.xls:* documento MS Excel que sirve de plantilla para el uso de la aplicación. Los datos deben estructurase tal y como aparecen en este documento. En caso contrario será necesario realizar cambios en el código del programa
- *AggregatedDataExcelAdapter.jar:* ejecutable del programa
- *build.xml:* fichero para construir el programa utilizando Apache Ant[1]

A.1. Ejemplo de uso

El programa está pensado para que todos los cambios necesarios para adaptar el programa a una situación determinada, tanto de configuración como de contenido, sean hechos en la propia hoja MS Excel, sin necesidad de modificar el código. La hoja MS Excel debe seguir la estructura

[1] Herramienta escrita en Java para automatizar procesos durante las fases de compilación y ejecución de programas. `http://ant.apache.org/`.

marcada por “template.xls”, ya que el programa espera que los valores de configuración y contenido estén en ese mismo lugar. Si se decide cambiar la estructura de la hoja de cálculo será necesario variar el código del programa (ver A.2).

En la figura A.1 puede verse de manera esquemática el lugar que ocupa el programa adaptador dentro del proceso de importación de datos.

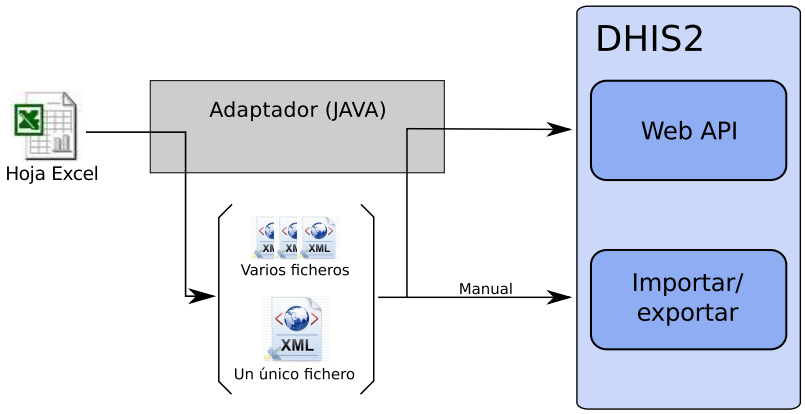


Figura A.1: Adaptador de datos agregados: esquema general

La hoja “template.xls” comienza con una lista de parámetros de configuración. El significado de cada uno de ellos es el siguiente:

- **Data format - Dataelements:** se refiere al formato que van a tener los identificadores de los elementos de datos. DHIS2 permite utilizar tres tipos de indicadores:
  - *uid:* opción por defecto. Es una cadena alfanumérica que identifica a cada elemento de dato. Puede ser consultada en la Web API.
  - *name:* se refiere al nombre del elemento de dato. Debe ser el nombre exacto que el elemento de dato tiene en DHIS2. No es aconsejable utilizarlo cuando el nombre contiene caracteres especiales como la “ñ”, palabras con tilde u operadores matemáticos como “<”, ya que pueden no ser tratados correctamente cuando se leen del fichero MS Excel.
  - *code:* código del elemento de dato.
- **Data format - Orgunits:** se refiere al formato que van a tener los identificadores de las unidades organizativas. Los casos posibles son los mismos que para los elementos de datos.
- **Options - Output type:** indica el tipo de estructura que van a tener los ficheros de salida. Tiene dos opciones:
  - *multiple:* opción por defecto. El programa creará un fichero distinto para cada set de datos, es decir, para cada combinación periodo/unidad organizativa. El valor de estas dos dimensiones queda determinado en la cabecera del fichero .xml, por lo que todos los valores incluidos en el cuerpo ya tienen definidas esas dos dimensiones y, por tanto, el set de datos al que corresponden. En cada línea del cuerpo únicamente es necesario definir el elemento de dato y el valor del dato.

    La ventaja de esta estructura es que la información se mantiene organizada por set de datos, lo que permite determinar la fecha en la que fue completado cada uno de ellos. La desventaja está en que es necesario un fichero por cada set de datos, lo cual puede generar, en caso de importaciones muy grandes, un número inmanejable de ficheros.

  - *single:* El programa creará un único fichero con todos los valores de todos los set de datos. Cada línea del fichero .xml incluye el valor del dato y el valor de sus tres dimensiones (elemento de dato, periodo y unidad organizativa). Toda la información referente a cada valor está especificada en su misma línea. Esto hace posible que cada valor pueda estar asociado a una unidad organizativa o un periodo diferentes.

    La ventaja de esta alternativa es que se puede tener información de varios set de datos en un mismo fichero, lo cual hace más rápido el proceso de entrega de los ficheros a DHIS2 ya que solamente es necesario entregar un único fichero. La desventaja es que están todos los datos mezclados y se pierde la estructura de set de datos, por lo que no es posible especificar la fecha en la que se ha completado ese set de datos.

- **Options - Preview:** por defecto vale "no". Si se selecciona "yes" el programa realizará una previsualización de la importación de los datos. Para ello, el programa leerá los ficheros .xml generados como resultado de la adaptación y los enviará a DHIS2 utilizando la Web API. Analizará la respuesta e imprimirá por pantalla un único informe resumen para todos los ficheros. Si esta opción es seleccionada, deberán completarse los parámetros "API Parameters" para poder realizar la conexión con la Web API.
- **Options - Send:** por defecto vale "no". Si se selecciona "yes" realizará la misma acción que Preview, pero importando los datos de verdad en el sistema.
- **API Parameters - User name:** nombre de usuario para realizar la conexión a la Web API. Necesario si Preview o Send han sido seleccionados.
- **API Parameters - User password:** contraseña del usuario para realizar la conexión con la Web API. Necesaria si Preview o Send han sido seleccionados.
- **API Parameters - API Url:** url de la Web API para realizar la conexión. Un ejemplo es "http://localhost/dhis/api/". Necesaria si Preview o Send han sido seleccionados.
- **Path to files - Output:** ruta del fichero en el que se quiere guardar la salida generada. Puede ser una ruta absoluta o relativa al programa. En caso de que el programa genere varios ficheros, estos irán precedidos de un índice numérico. El valor por defecto es "output.xml", que creará uno o varios ficheros partiendo de ese nombre en el directorio del programa.
- **Dataset:** aquí ha que introducir el UID del set de datos. Este UID puede ser consultado en la Web API.

Tras los parámetros de configuración comienza el contenido. Consta de una tabla en la que los elementos de dato aparecen como columnas, y las unidades organizativas y periodos como filas. Cada fila de la tabla representaría un set de datos en DHIS2 (combinación periodo/unidad organizativa).

Bajo la etiqueta "Orgunit" debe escribirse el indicador de la unidad organizativa. Puede elegirse entre uid, nombre o código, siempre y cuando sea coherente con la opción elegida en los parámetros. Los indicadores de todas las unidades organizativas deben ser del mismo tipo.

En "Period" debe escribirse el periodo de los datos. El formato del periodo está determinado en la documentación de DHIS2 [20]. En la tabla A.1 pueden verse los más comunes.

La casilla "Complete Date" es opcional y solamente tiene sentido cuando se ha escogido la opción "Output type = multiple". Sirve para indicar la fecha en la que ha sido completado un determinado set de datos. El formato de la fecha debe ser "yyyy-MM-dd", como por ejemplo 2012-10-20 (20 de Octubre de 2012). *Importante: el formato de la celda de la hoja de cálculo debe ser*

Intervalo	Formato	Ejemplo	Descripción
Día	yyyyMMdd	20121023	23 de Octubre 2012
Semana	yyyyWn	2012W42	Semana 42 de 2012
Mes	yyyyMM	201210	Octubre de 2012
Año	yyyy	2012	Año 2012

Tabla A.1: Formato de periodos en DHIS2

"texto". En ocasiones MS Excel detecta automáticamente el contenido de la celda y lo cambia a "fecha". Si esto ocurre, la fecha puede no ser leída correctamente.

Finalmente queda introducir los identificadores para los elementos de datos. Al igual que con las unidades organizativas, puede escogerse entre uid, nombre y código, siempre y cuando sea el mismo para todos y sea coherente con la opción elegida en los parámetros. Estos identificadores deberán ir uno tras otro, en columnas sucesivas, a la derecha de la celda con la expresión "Complete Date". El programa leerá las columnas sucesivas hasta que se terminen los identificadores.

Ejecución del programa

A la hora de ejecutar el programa, se puede añadir la ruta absoluta o relativa al fichero MS Excel como un argumento de ejecución. Este argumento es opcional, y si no se añade el programa buscará un fichero con el nombre "template.xls" en el directorio del programa. Para ejecutar existen varias opciones:

- **Desde un entorno de desarrollo:** para el caso de Eclipse, puede importarse el archivo comprimido como un proyecto[2] y ejecutar el programa desde ahí. Si se importa de esta manera se mantienen las relaciones con las librerías, por lo que no es necesario especificarlas.
- **Mediante el ejecutable .jar:** Basta con ejecutar desde una terminal el comando

  ```
  java -jar AggregatedDataExcelAdapter.jar ruta_a_hoja_excel_opcional
  ```

  El ejecutable .jar contiene las librerías, por lo que no es necesario especificarlas.
- **Usando Apache Ant:** el archivo .zip contiene un archivo "build.xml" para construir el programa utilizando Ant. Para compilar y generar el ejecutable .jar hay que ejecutar el comando "ant jar". Los resultados de la compilación se guardarán en una carpeta llamada "build". Para realizar las acciones anteriores y además ejecutar el programa:

  ```
  ant run -DexcelFile=ruta_a_hoja_excel_opcional
  ```

- **Desde la línea de comandos:** es la opción menos cómoda. Hay que compilar el programa y ejecutarlo especificando las librerías que se utilizan. Habría que ejecutar los siguientes comandos desde el directorio "src/" (suponiendo que se utiliza Linux):

  ```
  javac -cp ".:../lib/jxl.jar:../lib/util.jar"
      AggregatedDataExcelAdapter.java
  java -cp ".:../lib/jxl.jar:../lib/util.jar" AggregatedDataExcelAdapter
       ruta_a_hoja_excel_opcional
  ```

[2]Eclipse: *Main menu -> File -> Import...*, después *General -> Existing projects into workspace*, seleccionar *Select archive file* y escoger el archivo .zip.

El resultado de la ejecución muestra en primer lugar un resumen con las opciones seleccionadas. Esto es un indicador de que el fichero MS Excel se ha encontrado correctamente y sirve para reafirmar los parámetros de configuración que se han seleccionado. Un ejemplo podría ser el siguiente:

```
Input file set to: 'template.xls'
Data elements format set to 'name'
Orgunits format set to 'name'
Output type: multiple
Preview import: selected
Send data: selected
Output file set to: 'output.xml'
```

En este punto de la ejecución, el programa habrá creado uno o varios ficheros en la ruta que se haya especificado en la opción *Path to files - Output:*. Estos ficheros contienen la información adaptada al formato .xml de DHIS2 y pueden ser importados en el sistema[3]. Si se han seleccionado las opciones Preview o Send, el programa continuará ejecutando automáticamente estas acciones. En el caso de que las dos hayan sido seleccionadas, primero se realizará la previsualización de los datos, se imprimirá el resumen por pantalla y se hará una pausa. En caso de que haya algún conflicto (nombre erróneo de la unidad organizativa, del periodo o del elemento de datos) se mostrará al final del resumen. En ese momento el usuario puede comprobar si la importación va a tener el resultado que esperaba. Si no es así, puede cancelar la ejecución mediante el comando "Ctrl + c". Si todo está correcto, la ejecución continúa presionando la tecla "enter". A continuación se muestra un ejemplo de la salida por pantalla:

```
Simulating data import...
File 1 of 8
File 2 of 8
File 3 of 8
File 4 of 8
File 5 of 8
File 6 of 8
File 7 of 8
File 8 of 8

Process completed in 2.481 seconds

---------------------------------

Number of files:        8
Imported values:        30
Updated values:         0
Ignored values:         10

Conflicts:
File 4: <conflict object="OrganisationUnit" value="Must be provided to
    complete data set"/><conflict object="OrganisationUnit"/><conflict
    object="OrganisationUnit"/><conflict object="OrganisationUnit"/><
    conflict object="OrganisationUnit"/><conflict object="OrganisationUnit
    "/>
File 7: <conflict object="Period" value="Must be provided to complete data
    set"/><conflict object="Period"/><conflict object="Period"/><conflict
    object="Period"/><conflict object="Period"/><conflict object="Period"/>

---------------------------------
```

[3]DHI2: *Menú -> Servicios -> Importar/Exportar.*

```
Is it alright? Press enter
```

Este proceso puede durar algún tiempo dependiendo de la cantidad de datos a importar. Si todo está correcto, tras presionar la tecla "enter" se realizará el mismo proceso que antes pero importando de verdad los datos. El resumen de la importación debe ser igual que el sumario de la simulación. Una vez que aparezca el sumario, los datos ya se habrán importado correctamente en DHIS2.

A.2. Descripción del programa

Este programa está escrito en Java y consta de una única clase y dos librerías. Si se quiere utilizar el entorno de desarrollo Eclipse para manipular el código, el proyecto puede importarse de la siguiente manera: Eclipse: *Main menu -> File -> Import...*, después *General -> Existing projects into workspace*, seleccionar *Select archive file* y escoger el archivo .zip. El programa se encuentra documentado utilizando Javadoc, por lo que en este aparatado no va a realizarse una descripción detallada de cada atributo y cada método, sino más bien una descripción general.

Variables

Como ya se ha visto anteriormente, el funcionamiento del programa está basado en la lectura de un fichero MS Excel. En este fichero se encuentran los parámetros de configuración del programa, además de los datos que se quieren importar. Es crucial que el programa pueda identificar correctamente la localización de los parámetros de configuración dentro de la hoja MS Excel.

El lugar en el que el programa piensa que se encuentra cada parámetro está determinado por el primer grupo de variables, llamadas de localización. Estas son: *valueParameterColumn*, *dataElementsFormatRow*, *orgUnitsFormatRow*, *outputRow*, *previewRow*, *sendRow*, *userNameRow*, *userPasswordRow*, *apiUrlRow*, *outputFileRow* y *datasetRow*. El lugar en el que se encuentra la tabla con los datos está determinado por las variables *titlesRow*, *orgunitCol*, *periodCol*, *completeDateCol* y *dataCol*.

Las tres variables siguientes sirven para guardar el valor de los parámetros de conexión a la Web API, en caso de que sean necesarios: *userName*, *userPassword* y *apiURL*.

Las siguientes variables sirven para almacenar el valor de los parámetros de configuración del programa. Todos cuentan con una opción por defecto. Son: *preview*, *send*, *dataElementsFormat*, *orgunitsFormat*, *outputType*, *dataSetId*, *inputFile* y *outputFile*.

Finalmente, las últimas dos variables son utilizadas únicamente como variables auxiliares durante la ejecución del programa: *files* y *sheet*.

Métodos

A continuación se va a realizar una descripción de los métodos siguiendo un diagrama de flujo del programa e indicando los métodos que se ejecutan en cada momento. La primera parte del flujo está en la figura A.2.

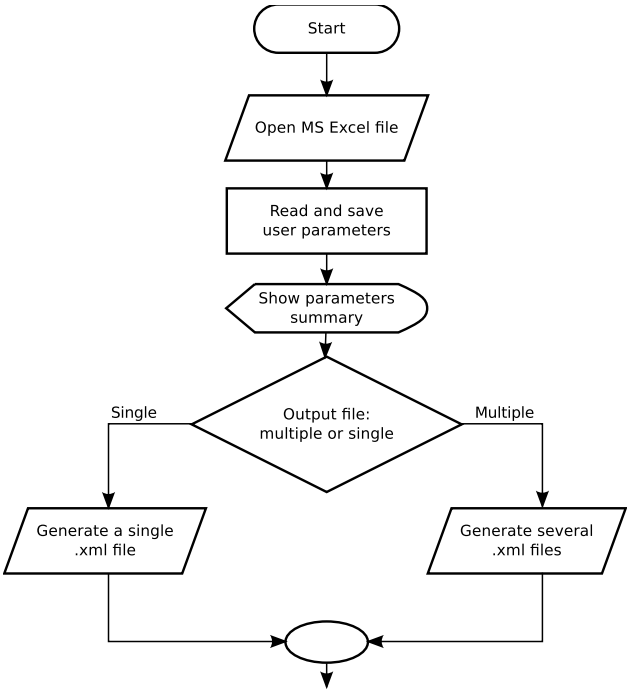


Figura A.2: Adaptador de datos agregados: diagrama de flujo (parte 1)

El método que se ejecuta en primer lugar y que lidera el resto de la ejecución es el método *init()*. Lo primero que hace es abrir el fichero MS Excel (ya sea su ruta por defecto o una ruta entregada como parámetro de ejecución). A continuación ejecuta el método *readParams()*, que se encarga de leer todos los parámetros de configuración del fichero MS Excel y guardarlos en sus variables correspondientes. También pinta un sumario-resumen de los parámetros.

A continuación, el método *init()* decide el siguiente método a ejecutar basándose en el tipo de salida que se haya seleccionado: si *outputType = multiple* se ejecuta *writeOutputMultiple()*; si *outputType = single* se ejecuta *writeOutputSingle()*. Ambos métodos guardan la ruta a los ficheros que han creado en la lista *files*.

Después se inicia la segunda parte del diagrama (figura A.3. En el se ejecutarán las acciones *previsualizar* y *enviar* dependiendo de los valores de los parámetros *preview* (previsualizar) y *send* (enviar). Estas acciones consisten en:

- **Previsualizar:** se crea la ruta a la Web API indicando en ella que solamente se quieren previsualizar los datos (dryRun = true). Esta ruta se entrega al método *sendRequest(String url)*, el cual se encargar de realizar el envío a la Web API de los ficheros cuya ruta ha sido guardada anteriormente en la variable *files*. También analiza la respuesta e imprime por pantalla un resumen-sumario de la importación.
- **Enviar:** la acción de enviar es exactamente igual que la de previsualizar, con la diferencia de que en la ruta que se entrega a *sendRequest(String url)* se indica que los datos se quieren importar de verdad (dryRun = false).

En caso de que se hayan seleccionado ambas opciones, se hará una pausa tras la previsualización para que el usuario valore si el resultado va a ser el esperado o no.

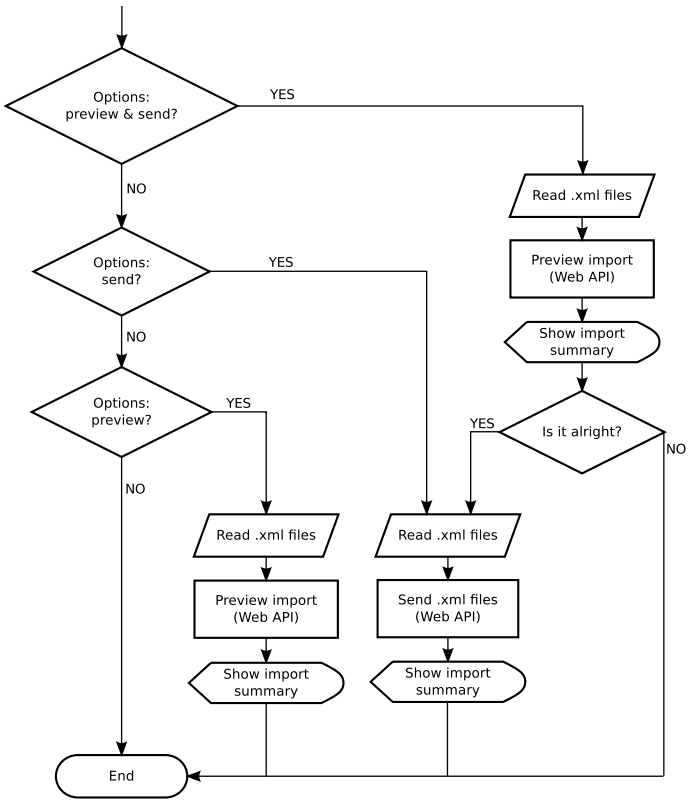


Figura A.3: Adaptador de datos agregados: diagrama de flujo (parte 2)

Librerías

El programa utiliza dos librerías:

- **jxl.jar:** sirve para poder leer o escribir desde Java ficheros MS Excel.
- **util.jar:** esta librería contiene una única clase llamada "Base64", la cual permite realizar codificaciones en Base64. Esto es utilizado en la "Autenticación básica" de HTTP, en la que el nombre y la contraseña del usuario deben estar codificados de esta manera.

B Guía del adaptador de datos individuales

La importación de datos individuales en DHIS2 es una tarea para la que todavía no existe una solución integrada dentro del propio sistema. El único modo de introducir datos individuales es a través de la pantalla de entrada de datos de manera manual, lo que hace que sea una opción inviable cuando se quieren importar miles de registros de otros sistemas. Por este motivo se ha implementado un programa que realiza de manera automática la importación de datos individuales partiendo de los registros presentes en un fichero MS Excel e interactuando directamente con la base de datos. Teniendo en mente que este problema puede repetirse con frecuencia dentro de la comunidad de usuarios de DHIS2, el programa se ha creado de manera que pueda ser reutilizado por cualquier otro usuario. Este programa solamente permite introducir datos para programas de salud del tipo "Etapa única con registro" y "Etapa única sin registro".

En este anexo se va a realizar una descripción detallada del programa con un ejemplo de caso de uso. En el archivo comprimido "IndividualExcelDataAdapter" del CD anexo se encuentran todos los ficheros y documentos a los que se hará referencia en esta guía:

- *Carpeta src:* contiene el código del programa. Consta de tres clases.
- *Carpeta lib:* contiene las librerías necesarias para ejecutar el programa.
- *Carpeta doc:* el programa está documentado utilizando JavaDoc. En esta carpeta se encuentra la documentación generada. Para acceder a ella basta con abrir el fichero index.html en un navegador.
- *template.xls:* documento MS Excel que sirve de plantilla para el uso de la aplicación. Los datos deben estructurase tal y como aparecen en este documento. En caso contrario será necesario realizar cambios en el código del programa.
- *IndividualDataExcelAdapter.jar:* ejecutable del programa.
- *build.xml:* fichero para construir el programa utilizando Apache Ant[1].

B.1. Ejemplo de uso

El programa está pensado para que todos los cambios necesarios para adaptar el programa a una situación determinada, tanto de configuración como de contenido, sean hechos en la propia hoja

[1] Herramienta escrita en Java para automatizar procesos durante las fases de compilación y ejecución de programas. `http://ant.apache.org/`.

MS Excel, sin necesidad de modificar el código. No obstante, la introducción de datos individuales directamente en la base de datos es un proceso relativamente complejo, por lo que puede ser necesario realizar alguna modificación en el código del programa para adaptarlo a cada situación determinada. En el apartado B.3 se explican las limitaciones que tiene este programa.

La hoja MS Excel debe seguir la estructura determinada por "template.xls" para que el programa pueda funcionar correctamente. Si se decide cambiar la estructura de la hoja de cálculo será necesario variar el código del programa (ver B.2). La hoja "template.xls" comienza con una lista de parámetros de configuración. El significado de cada uno de ellos es el siguiente:

- **Data base params - User:** nombre del usuario con el que se va a realizar la conexión a la base de datos de DHIS2.
- **Data base params - Password:** contraseña del usuario para realizar la conexión con la base de datos.
- **Data base params - Database url:** url de la base de datos para poder realizar la conexión. Ejemplos: "localhost:5432/dhis2" o "192.168.1.10:5432/dhis". En caso de que se utilice una base de datos que no esté en un entono local, ésta deberá estar configurada para permitir la entrada de conexiones externas.
- **Program params - Program name:** nombre del programa de salud para el que se van a introducir datos. Su nombre debe coincidir exactamente con el nombre que tiene dentro de DHIS2. Caracteres especiales, como la "ñ", pueden dar problemas al realizar la comparación del nombre.
- **Program params - Programstage name:** nombre de la etapa del programa de salud para la que se van a introducir datos. Su nombre debe coincidir exactamente con el nombre que tiene dentro de DHIS2.
- **Summary:** por defecto vale no. Si se selecciona esta opción (valor "yes") el programa irá imprimiendo por pantalla todos y cada uno de los valores que introduce en la base de datos. Esto es útil cuando se está probando el programa y se realiza la importación de unos pocos pacientes, ya que sirve para comprobar que todos los valores de la hoja MS Excel se leen correctamente. Cuando se introduce un gran número de pacientes, la salida por pantalla es demasiado larga y no es manejable. Si la opción no está seleccionada (valor "no"), únicamente se imprimirá por pantalla el número de paciente que se está importando (expresión del tipo "Patient 84 of 130") para que el usuario pueda tener una idea del tiempo que falta para que termine la ejecución.

Debajo de los parámetros de configuración se encuentra la tabla que contiene los registros individuales. Las primeras columnas representan los datos personales del paciente:

- **Name:** nombre del paciente. Es un campo obligatorio.
- **Age:** edad del paciente. Es un campo obligatorio. A partir de la edad del paciente se calculará su fecha de nacimiento. Aunque no es un método exacto, sí sirve para dar un valor aproximado.
- **Gender:** sexo del paciente. Si vale "M" o "1" se tomará como que es masculino. En cualquier otro caso, femenino. Esto puede ser fácilmente modificado en el código.

- **Identifier:** cuando se introduce un nuevo paciente desde la interfaz de usuario, DHIS2 genera un identificador de paciente de manera automática (no confundir con el id que el paciente tiene en la base de datos de DHIS2). Este campo representa ese identificador. Si se deja vacío se asignará "0". Al introducir el valor del identificador de manera externa a DHIS2, su valor puede que no sea coherente con el resto de identificadores e incluso puede que esté repetido. Se han realizado pruebas asignando el mismo identificador a todos los pacientes y no se ha descubierto ninguna función de DHIS2 en la que esto pueda generar un problema. No obstante, esto supone una limitación del programa ya que rompe un poco la organización de la información de paciente deseada para DHIS2.
- **Registration date:** fecha de registro del paciente en el sistema. Si se deja en blanco, se le asignará la fecha en la que fue generado el informe (report date), campo que sí es obligatorio. El programa está escrito para trabajar con valores que tengan el formato fecha de MS Excel. Si tiene otro formato será necesario modificar el código.

Las siguientes dos columnas son atributos de paciente. Por defecto se incluyen dos columnas para alojar atributos. Si se necesitan utilizar menos de dos atributos, basta con dejar las columnas en blanco. Si se necesitan utilizar más, será necesario realizar algún en cambio en el código para asignar más columnas de la tabla a atributos de paciente. El nombre del atributo deberá coincidir exactamente con el nombre que el atributo tiene en el sistema, ya que se hará una comparación basada en el nombre.

El siguiente campo es "Org unit" y representa la unidad organizativa en la que se va a registrar el paciente. Como siempre, el nombre de la unidad debe corresponder exactamente con el que tiene en el sistema. Dado que los caracteres especiales pueden provocar algún problema al realizar la comparación del nombre, el programa incluye una opción para predefinir el valor de las unidades organizativas (ver apartado B.2 - Predefinir valor de elementos de dato y unidades organizativas).

La columna "Enrollment date" representa la fecha en la que el paciente fue registrado en el programa (no en la etapa del programa). Este campo es ignorado cuando se trata de un programa del tipo "Etapa única sin registro", ya que en ese caso no existe un paciente que haya que registrar en un programa. Si se deja en blanco, se le asignará el valor de la fecha de generación del informe (report date), fecha que sí es obligatoria. El programa está escrito para trabajar con valores que tengan el formato fecha de MS Excel. Si tiene otro formato será necesario modificar el código.

El campo "Report date", como ya se ha dicho, es un campo obligatorio, y representa la fecha en la que se registra la etapa del programa. Al igual que antes, el programa funcionará correctamente cuando el valor del campo tiene el formato fecha de MS Excel. Si no, será necesario realizar modificaciones en el código.

Finalmente se encuentran los elementos de dato. Hay que indicar sucesivamente columna tras columna el nombre del elemento de dato. Este nombre deberá coincidir exactamente con el que tienen asignado dentro de DHIS2. Al igual que con las unidades organizativas, es posible predefinir el valor de los elementos que puedan generar problemas al realizar una comparación basada en el nombre.

Ejecución del programa

A la hora de ejecutar el programa, se puede añadir la ruta absoluta o relativa al fichero MS Excel como un argumento de ejecución. Este argumento es opcional, y si no se añade el programa buscará un fichero con el nombre "template.xls" en el directorio del programa. Para ejecutar existen varias opciones:

- **Desde un entorno de desarrollo:** para el caso de Eclipse, puede importarse el archivo comprimido como un proyecto[2] y ejecutar el programa desde ahí. Si se importa de esta manera se mantienen las relaciones con las librerías, por lo que no es necesario especificarlas.
- **Mediante el ejecutable .jar:** Basta con ejecutar desde una terminal el comando

  ```
  java -jar IndividualDataExcelAdapter.jar ruta_a_hoja_excel_opcional
  ```

  El ejecutable .jar contiene las librerías, por lo que no es necesario especificarlas.
- **Usando Apache Ant:** el archivo .zip contiene un archivo "build.xml" para construir el programa utilizando Ant. Para compilar y generar el ejecutable .jar hay que ejecutar el comando "ant jar". Los resultados de la compilación se guardarán en una carpeta llamada "build". Para realizar las acciones anteriores y además ejecutar el programa:

  ```
  ant run -DexcelFile=ruta_a_hoja_excel_opcional
  ```

- **Desde la línea de comandos:** es la opción menos cómoda. Hay que compilar el programa y ejecutarlo especificando las librerías que se utilizan. Habría que ejecutar los siguientes comandos desde el directorio "src/" (suponiendo que se utiliza Linux):

  ```
  javac individualData/Element.java
  javac individualData/Util.java
  javac -cp ".:../lib/jxl.jar" individualData/IndividualDataExcelAdapter
      .java

  java -cp ".:../lib/jxl.jar:../lib/postgresql-9.2-1002.jdbc3.jar"
      individualData/IndividualDataExcelAdapter
      ruta_a_hoja_excel_opcional
  ```

Antes de realizar la importación de datos para un gran número de registros es recomendable importar únicamente unos pocos registros con la opción "summary = yes" para comprobar que todos los valores de la hoja MS Excel son leídos de manera correcta, en especial aquellos campos que contienen fechas. A continuación se muestra la ejecución del programa con dos pacientes y con la opción "summary = yes".

```
Input file set to: 'template.xls'
Connected to localhost:5432/dhis2version10

Program parameters:
Program "Notificacion Individual IRAG" with id 1941
Program type: Single event with registration
ProgramStage "Ficha Notificacion Individual IRAG" with id 1942

Patient attributes:
'Cedula Identidad':      found
'Historia Clinica':      **NOT FOUND**
Total patient attributes found: 1

Data elements:
'IRAG AG Influenza B':   found
'IRAG AG Adenovir':      **NOT FOUND**
'IRAG Diagnostico':      DEFINED BY USER
'IRAG Fecha fiebre':     found
```

[2]Eclipse: *Main menu -> File -> Import...*, después *General -> Existing projects into workspace*, seleccionar *Select archive file* y escoger el archivo .zip.

```
'IRAG Antiviral':        found
Total elements found: 4

Is it alright? Press enter
```

Lo primero que aparece es un resumen con los valores de configuración. Si aparece el id del programa y de la etapa eso quiere decir que se han encontrado correctamente. Luego indica si los atributos y los elementos de datos han sido encontrados o no. Los valores posibles son: found (encontrado en la base), **NOT FOUND** (no encontrado, se ignorará esa columna cuando se lean los datos) y DEFINED BY USER (el usuario ha predefinido el valor de ese elemento de datos, ver apartado B.2 - Predefinir valor de elementos de dato y unidades organizativas). En este punto el programa hace una pausa para que el usuario compruebe si todo está correcto. Si es así, la ejecución continúa pulsando "enter".

```
Patient orgunit "HR Pedro Juan Caballero" with id 214
Report date: 12 04 2012 12:00:00


Patient name: Antonio Alija
Patient age: 20
Patient gender: M
Patient registrationdate: 13 01 2013 12:00:00

Patient attribute "Cedula Identidad": 433234

IRAG Diagnostico: Influenza A
IRAG AG Influenza B: NEGATIVO
IRAG Fecha fiebre: 2012-05-02
Patient 1 of 2


Patient orgunit "HR Ciudad del Este" with id 212
Report date: 22 04 2012 12:00:00


Patient name: Sara Perez
Patient age: 56
Patient gender: F
Patient registrationdate: 10 01 2013 12:00:00

Patient attribute "Cedula Identidad": null

IRAG Diagnostico: Catarro
IRAG AG Influenza B: POSITIVO
IRAG Fecha fiebre: 2012-05-02
IRAG Antiviral: true
Patient 2 of 2

Process completed in 1.421 seconds
```

Puede verse que únicamente se importan los elementos de datos y los atributos que fueron encontrados durante la configuración. Tras realizar la importación de unos pocos pacientes y comprobar que el resultado es el esperado, ya puede procederse a realizar la importación del resto de pacientes. Para ello es recomendable seleccionar "summary = no".

B.2. Descripción del programa

Este programa está escrito en Java y consta de tres clases (IndividualDataExcelAdapter, Util y Element) y dos librerías. Si se quiere utilizar el entorno de desarrollo Eclipse para manipular el código, el proyecto puede importarse de la siguiente manera: Eclipse: *Main menu -> File -> Import...*, después *General -> Existing projects into workspace*, seleccionar *Select archive file* y escoger el archivo .zip. El programa se encuentra documentado utilizando Javadoc.

En este apartado va a realizarse una descripción del flujo de ejecución del programa explicando la secuencia de peticiones que es necesario hacer a la base de datos de DHIS2. Aunque el programa está pensando para tener una hoja MS Excel como fuente de datos, puede ser reutilizado parcialmente en caso de que la fuente sea distinta: las clases Util y Element pueden ser reutilizadas directamente, ya que únicamente la clase IndividualDataExcelAdapter interacciona con la hoja MS Excel.

Variables

El programa toma como fuente una hoja MS Excel y espera que los parámetros de configuración y el contenido estén situados en unos lugares concretos. Esta colocación queda determinada por las variables de colocación: *valueParameterCol*, *userNameRow*, *userPasswordRow*, *databaseUrlRow*, *programNameRow*, *programStageNameRow*, *summaryRow*, *titlesRow*, *patientNameCol*, *ageCol*, *patientGenderCol*, *patientOrgunitCol*, *patientRegdateCol*, *patientIdCol*, *patientAttributesCol enrollmentdateCol*, *reportdateCol* y *dataCol*.

El resto de variables son variables utilizadas durante la ejecución del programa para almacenar datos de manera temporal.

Predefinir valor de elementos de dato y unidades organizativas

La búsqueda en la base de datos de los elementos de dato y de las unidades organizativas está basada en la comparación exacta del nombre. Para evitar posibles errores en su identificación, es posible predefinir su valor para evitar la búsqueda en la base de datos.

- **Unidades Organizativas:** la asociación entre el nombre de una unidad organizativa y su id se realiza mediante la variable "orgunits". Esta variable es un HashMap que relaciona una clave de tipo String (nombre de la unidad organizativa) con un valor de tipo entero (id de la unidad organizativa). Al inicio de la ejecución esta variable se encuentra vacía. Durante la ejecución del programa, cuando el programa lee un nombre de una unidad organizativa en la hoja MS Excel busca primero si existe en la variable "orgunits" algún valor asociado a esa unidad organizativa. Si no existe, lo busca en la base de datos y guarda ese par "unidad organizativa - identificador" en la variable "orgunits" de modo que cuando vuelva a aparecer esa unidad organizativa no sea necesario consultar la base de datos de nuevo.

  El método *fillOrgunits()* permite añadir manualmente valores a la variable "orgunits", de modo que se evite la petición a la base de datos. Este método siempre se ejecuta sin contenido por defecto.

- **Elementos de dato:** la asociación entre el nombre del elemento de dato, su identificador en DHIS2 y la columna en la que está situado en la hoja MS Excel se realiza mediante la variable "dataElements". Esta variable es una lista de objetos Element que se encuentra

vacía al inicio del programa. En la fase de configuración, el programa va leyendo columna por columna el nombre de cada elemento de dato. Lo primero que hace es buscar en la variable "dataElements" si existe algún elemento relacionado con esa columna de la hoja MS Excel (no con el nombre del elemento). Si existe, pasa al siguiente. Si no existe, lee el nombre del elemento de datos en la hoja MS Excel, lo busca en la base de datos y, si lo encuentra, añade un nuevo objeto Element a la variable "dataElements" con el nombre del elemento, su id y su columna en la hoja MS Excel.

El método *fillDataElements()* permite añadir manualmente objetos Element a la variable "dataElements". Cuando el programa esté identificando los elementos de dato de la hoja MS Excel saltará aquellas columnas que ya tengan asociado un elemento de datos, y se evitará de este modo la consulta a la base de datos.

Flujo de ejecución

En las figuras B.1 y B.2 se muestra el flujo de ejecución del programa para el caso de que se trate de un programa de salud del tipo "Etapa única con registro". Si se tratase de un programa del tipo "Etapa única sin registro", el flujo sería el mismo pero habría algunos métodos que no se ejecutarían (aquellos que leen datos del paciente, lo registran y lo asocian a un programa).

Las figuras están dividas en tres partes: a la izquierda está la clase "IndividualDataExcelAdapter" con los métodos que se ejecutan en cada momento; en el centro la clase "Util" con los métodos que se ejecutan en cada momento; y a la derecha está la base de datos con cada una de las tablas que son consultadas o modificadas en cada instante.

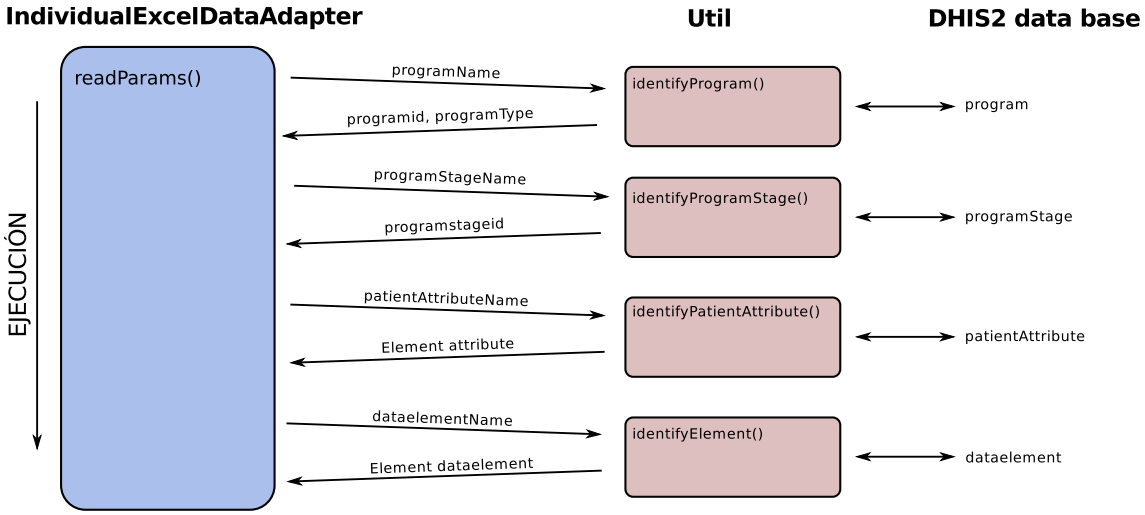


Figura B.1: Adaptador de datos individuales: flujo ejecución (parte 1)

B.3. Limitaciones

El programa que se ha implementado es útil para poder importar grandes volúmenes de datos individuales de forma automática y realizar sobre ellos pruebas de funcionamiento y rendimiento de DHIS2. Si de verdad se quisiese utilizar para importar datos periódicamente dentro de un sistema en producción, habría que solucionar primero algunos aspectos:

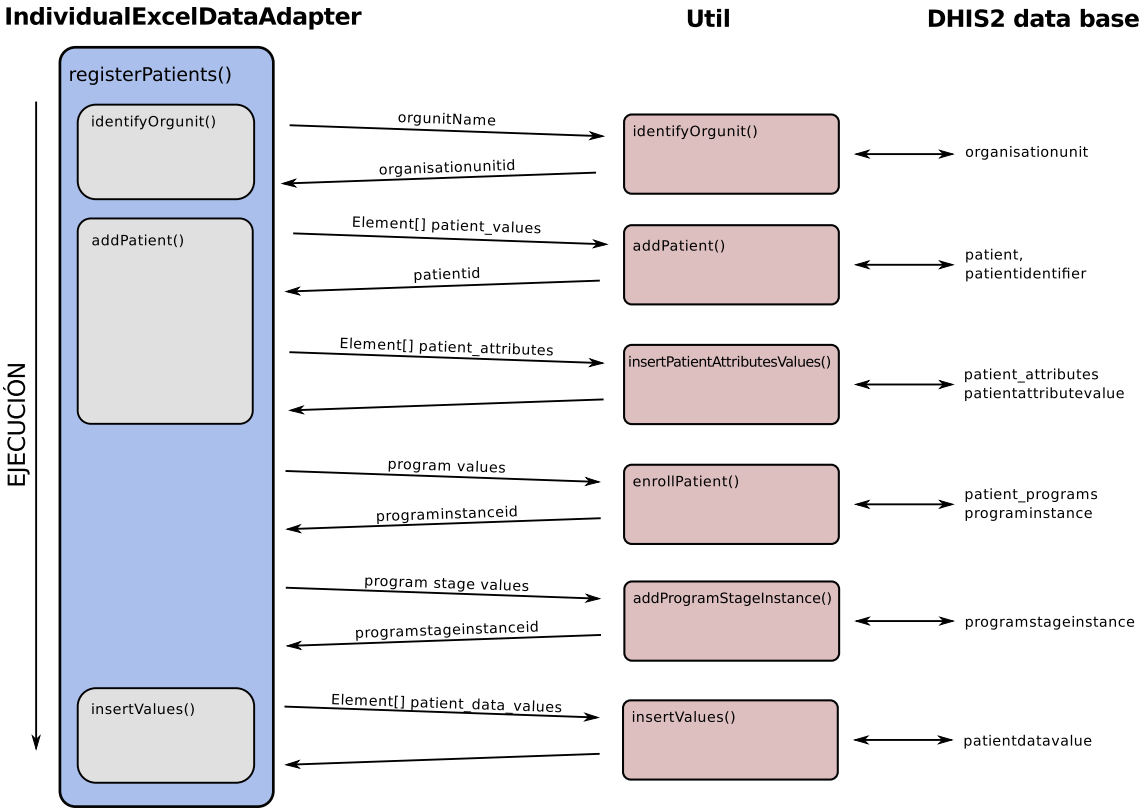


Figura B.2: Adaptador de datos individuales: flujo ejecución (parte 2)

- Antes de agregar un nuevo paciente en el sistema es necesario comprobar si ese paciente ya está registrado o no con el objetivo de evitar duplicidades. Para ello es necesario determinar un criterio que sirva para decidir cuándo dos pacientes son en realidad el mismo: utilizar *nombre y apellido* puede ser una buena idea aunque es un criterio muy condicionado a errores de escritura u omisión de nombres compuestos; la *cédula de indentidad* o el número de *historia clínica* son las mejores opciones, aunque hay que tener en cuenta que en algunos países (como Paraguay) no toda la población dispone de estos identificadores.
- Suponiendo el caso de que se haya identificado que un paciente ya está registrado en el sistema, también habría que decidir si la etapa ya se encuentra registrada o no. Si se tratase de una etapa nueva, entonces habría que añadir una etapa nueva al programa de salud siempre y cuando el programa de salud permitiese definir repetición de etapas (algo que no ocurrirá, por ejemplo, en un programa que sirva para notificar nacimientos o defunciones).
- El programa no genera de manera automática el identificador de DHIS2 que sí es generado cuando se agrega un nuevo paciente a través de la interfaz de usuario de DHIS2. Esta es una limitación que habría que solucionar si se quiere mantener la coherencia entre los datos de todos los pacientes.

Bibliografía

[1] Health Information Systems Programme. `http://www.hisp.uio.no`.

[2] Dirección General de Vigilancia de la Salud. `http://www.vigisalud.gov.py`.

[3] Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud. `http://www.iics.una.py`.

[4] Enrique Crespo Molera. *Guía para el análisis del impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el Desarrollo Humano.* Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. España, Marzo 2008.

[5] Inés Bebea González, Andrés Martinez Fernández y Carlos Rey Moreno. *Guía de la Cooperación Española para la incorporación de las TIC en las intervenciones de Salud en la Cooperación para el Desarrollo.* Enero 2012.

[6] *Improving health, connecting people: The role of ICT in the health sector in developing countries.* Infodev working paper, Octubre 2007.

[7] International Telecommunication Union (ITU). *Implementing e-Health in Developing Countries: Guidance and Principles.* Septiembre 2008.

[8] A. Martínez, V. Villarroel, J. Seoane y F. del Pozo. *Analysis of Information and Communication Needs in Rural Primary Health Care in Developing Countries.* IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, Vol 9, No 1, Marzo 2005.

[9] R. Haux, A. Winter, E. Ammenwerth y B. Brigl. *Strategic Information Management in Hospitals: an Introduction to Hospital Information Systems.* Springer-Verlag New York, 2004.

[10] R. Heeks. *Health Information Systems: Failure, success and improvisation.* International Journal of Medical Informatics, 2006.

[11] R. Haux. *Health Information Systems - past, present, future.* International Journal of Medical Informatics, 2006.

[12] District Health Information Software 2. `http://dhis2.org`.

[13] OpenMRS - Medical Record System. `http://openmrs.org/`.

[14] OpemEMR - Electronic Medial Record. `http://www.open-emr.org/`.

[15] Indicadores de Desarrollo Humano. `http://hdr.undp.org/es/estadisticas/`.

[16] Página de entrada a la implementación de DHIS 2 en Kenya. `https://hiskenya.org`.

[17] Página de entrada a la implementación de DHIS 2 en Uganda. `https://hmis1.health.go.ug`.

[18] Marta María Vila Pozo. *Estudio de viabilidad técnica de un Sistema de Información de salud de código libre en los establecimientos de salud rurales del Perú.* Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. Universidad Rey Juan Carlos, Fuenlabrada. España, 2012.

[19] Cecilia Janeth Cruz Colmenares. *Estudio de viabilidad técnica e institucional de la adaptación del software DHIS2 al sistema sanitario de Chiapas-México.* Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. Universidad Rey Juan Carlos, Fuenlabrada. España, 2012.

[20] Documentación de DHIS2. `http://dhis2.org/documentation`.

[21] Desiree Recalde. *Calidad del llenado de la Planilla Semanal de Notificación Obligatoria.* Revista Paraguaya de Epidemiología, Junio 2011.

[22] Lic. Víctor Díaz Ovando. *Manual de operación del sistema, Sistema Informático de la Dirección General de Vigilancia de la Salud SIDGVS.* Marzo 2012.

[23] Xabier Besogain y col. *Sistema de vigilancia epidemiológica comunitaria "Bonis". Estado actual y proyecciones futuras.* Trabajos publicados (2008-2010), Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Asunción, Asunción. Paraguay, Diciembre 2010.