



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

“Establecer cómo llevar a cabo la implementación de Proyectos de Software relacionados con la generación 5G en una red móvil utilizando Scrum”

### Tesis

Que para optar por el grado de:

Maestro en Ciencia e Ingeniería en Computación

Presenta:

Ariel Ulloa Trejo

Director de Tesis:

M. en C. Gustavo Márquez Flores

Posgrado en Ciencia e Ingeniería en Computación

Ciudad Universitaria, Cd. Mx. a enero de 2024



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**PROPUESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y  
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL  
(Graduación con trabajo escrito)**

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción 1, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la Institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado "Establecer cómo llevar a cabo la implementación de la generación 5G en una red móvil desde el punto de vista de Ingeniería de Software, utilizando Scrum" que presenté para obtener el grado de Maestría es original, de mi autoría y lo realicé en el rigor metodológico exigido por mi programa de posgrado, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos y otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de graduación.

Atentamente.



Ariel Ulloa Trejo

No. Cuenta: 411098689

**Agradecimientos.**

Dedico esta Tesis a mi madre y mi padre, quienes están presentes en todo momento conmigo, aceptando y apoyando mis decisiones y sobre todo me inspirándome a continuar.

A mis profesores del Posgrado que, a pesar de estar atravesando una pandemia, siempre se mantuvieron constantes y me alentaban como si estuviéramos en un aula.

A mi Director de Tesis M. en C. Gustavo Arturo Márquez Flores, que me compartió de sus conocimientos y experiencia desde el primer día, ayudándome a concluir el presente proyecto.

A Mati, profesional de Telecomunicaciones y colega, con cuyo apoyo y guía pude alcanzar este objetivo.

A la UNAM, donde nuevamente tuve el privilegio de acceder a continuar estudiando.

Al Posgrado que me dio la enseñanza, conocimientos y experiencias que me ayudaron a crecer académicamente.

## Contenido

Resumen.....	1
Capítulo 1 Introducción.....	2
1.1 Contexto.....	2
1.2 Problema.....	2
1.3 Hipótesis.....	3
1.4 Contribución y relevancia.....	4
1.5 Metas.....	5
Capítulo 2 Antecedentes.....	6
2.1 Ingeniería de Software.....	6
2.2 Telecomunicaciones.....	8
2.2.1 Red LTE.....	9
2.2.2 Red 5G.....	11
Capítulo 3 Metodología Scrum y su aplicación en la implementación de 5G.....	14
3.1 De la estructura organizacional de la empresa.....	18
3.2 Medidas e Indicadores.....	19
3.3 De los miembros del equipo Scrum.....	21
3.3.1 Desarrolladores.....	21
3.3.2 Propietario del Producto.....	22
3.3.3 Scrum Master.....	25
3.4 De las ceremonias.....	26
3.4.1 Planeación del Programa Incremental.....	26
3.4.2 Planeación del Sprint.....	30
3.4.3 Scrum diario.....	37
3.4.4 Revisión del Sprint.....	39
3.4.5 Retrospectiva del Sprint.....	41
3.4.6 El Programa Incremental cero.....	43
3.4.7 Demostración del Programa Incremental.....	45
3.4.8 Manejo de deuda técnica.....	46
Capítulo 4 Flujo de valor eficiente, mejora de procesos y uso práctico.....	48
4.1 Mejora de procesos.....	48
4.2 Resistencia al cambio.....	54
4.3 Sinergia en equipos ágiles.....	56

4.4 Aplicación práctica de Scrum .....	63
Capítulo 5 Resultados.....	68
5.1 Evolución de tecnología LTE a 5G.....	68
5.2 Integración con diversas áreas de la organización.....	69
5.3 Cambios en las necesidades y prioridades.....	70
5.4 Entrega rápida de valor .....	71
Capítulo 6 Conclusiones: .....	73
6.1 Recomendaciones .....	75
6.2 Limitaciones .....	76
Anexos.....	77
Anexo A: Monetización B2B de 5G.....	77
Anexo B: Valores y principios en la agilidad y Scrum .....	81
Anexo C: Señalización Diameter y Service Based Interface (SBI).....	83
Bibliografía .....	85

## Resumen

La tecnología celular ha mantenido un ritmo de evolución de aproximadamente una década entre una generación a la siguiente con cambios de una tecnología analógica a digital o mayor velocidad en transferencia de datos. [1]

Durante la década de 2020, la tecnología predominante en México ha sido la 4G LTE, mientras la tendencia en otros países ha evolucionado hacia 5G New Radio, con velocidad de transferencia mayor y latencia menor, siendo uno de sus principales usos la conexión de dispositivos entre sí.

Cualquier operador de telecomunicaciones en México que desee llevar a cabo esta transición debe realizar cambios tanto en la infraestructura de la red (fuera del alcance del presente trabajo) como en Software.

En este proyecto de tesis abordo cómo evolucionar con cambios en Software hacia 5G utilizando el marco de trabajo Scrum, con el objetivo de reducir los riesgos en la implementación y entregar valor lo más rápido posible.

Mi trabajo está basado desde un enfoque práctico y teórico, dando en cada uno de los capítulos ejemplos reales de funcionalidades cubiertas, buenas prácticas y recomendaciones para que un operador de telecomunicaciones, que ya cuenta con una red operativa, pueda transitar de manera segura en un proyecto que podría tardar más de un año, la intervención de equipos grandes de desarrollo y la inversión de varios millones de dólares.

## Capítulo 1 Introducción

### 1.1 Contexto

La tecnología celular ha mantenido un ritmo de evolución de aproximadamente una década de una generación a la siguiente, cuyos cambios han sido cambiar tecnología analógica a digital o mayor velocidad en transferencia de datos. [1]

En México, en la década de 2020, la tecnología predominante en el territorio del país es la 4G LTE, y con base en la tendencia mundial, corresponde el cambio hacia 5G New Radio.

De igual manera, en el territorio nacional varias empresas se encuentran en una transición digital que implica el cambio de prácticas tradicionales hacia ágiles. Como se abordará más adelante, principalmente se debe al bajo porcentaje de éxito en proyectos de Software. [2] [3] [4]

El transicionar de una red 4G hacia una 5G puede ser un proyecto que tan solo en Software puede costar varios millones de dólares, por lo que podría perderse mucho dinero si la gestión y construcción de las fases se realiza descuidadamente o con un marco que no acepte cambios.

### 1.2 Problema

Como abordaré en los antecedentes de Ingeniería de Software, actualmente continúa existiendo un porcentaje relativamente alto de proyectos que no son exitosos; es decir, no cumplen con el alcance, con el costo en tiempo o económico y que eventualmente podrían volverse inútiles o cancelados. [5]

El principal problema al adoptar la nueva tecnología de 5G en alguna empresa de telecomunicaciones que ya se encuentra operando con una red 4G, desde un enfoque de Ingeniería de Software para hacer la transición a una red 5G NSA (Non-Stand Alone) y finalmente a 5G SA (Stand Alone), es que se trata de un proyecto que involucra una cantidad considerable de inversión económica y de mucho trabajo con desarrolladores y arquitectos, así como al menos un año de duración.

Asimismo, para que un operador de telecomunicaciones implemente la tecnología 5G necesita invertir tanto en infraestructura que amplíe la red (sitios, antenas y cableado) como en proyectos de Software, que permitan expandir el acceso al servicio y competir en el mercado cubriendo una mayor cantidad de usuarios. Realizar la implementación de manera tradicional o cascada resultaría muy riesgoso porque los requerimientos podrían no estar especificados o claros desde el inicio y es muy probable que existan cambios a lo largo de la construcción.

La cantidad de personas que necesitan colaborar para alcanzar los objetivos es relativamente grande, abarcando desde expertos en redes, desarrolladores de Software, usuarios de negocio, personal de soporte operativo, atención al cliente, ventas, dispositivos celulares, aseguramiento de ingresos etc. Cada uno contando con un perfil profesional muy diferente, que podría dificultar el progreso.

Además, en el mercado existe una amplia variedad de proveedores que ofrecen servicios de infraestructura de red. Desde puntos de acceso hasta gateways o puertas de señalización e inclusive bases de datos donde son almacenados los suscriptores y dependiendo de ciertos parámetros, gozar de un acceso a internet 4G o 5G. Algunos de ellos son HP, Oracle, Ericsson, Cisco, Nokia, etc. Cada uno ofrece diferentes servicios para los elementos de red necesarios que mencionaré más adelante en el tema de Telecomunicaciones. [6]

Estos proveedores podrían cobrar de manera diferenciada el licenciamiento de sus funcionalidades al operador de telecomunicaciones. Por ejemplo, podrían cobrar por la cantidad de suscriptores que se conectan a 5G, por la cantidad de tráfico que generan o por el parámetro de la base de datos porque implica un mayor procesamiento, etc. Esto significa que podría resultar contraproducente tener suscriptores provisionados con 5G y que no lo utilicen. Algunos ejemplos son porque tal vez no tienen un dispositivo que soporte la tecnología o que radiquen lejos de un punto de acceso.

Por último, existe la condición tan dinámica y cambiante que es la competencia. En 2022 en México existen tres principales operadores de telecomunicaciones, de los cuales, uno es preponderante [7], lo que significa, que cuenta con una participación nacional mayor al 50%. Por ende, reaccionar rápido a los cambios en el mercado es vital para no perder participación.

### 1.3 Hipótesis

Es posible establecer la adopción de la tecnología 5G en un operador de telecomunicaciones que ya cuenta con una red 4G operativa utilizando el marco de trabajo Scrum, de tal manera que el riesgo de tener un proyecto no exitoso se reduzca.

Se puede trabajar de manera organizacional utilizando Scrum y no solamente con equipos de desarrollo pequeños. Es decir, lograr la colaboración de miles de empleados para alcanzar los objetivos

Al mismo tiempo, adaptarse rápidamente a los cambios que se presentan por condiciones internas de la operación, como alcanzar cierta cantidad de umbrales en aprovisionamientos, señalización o accesos que puedan conllevar un costo adicional por parte del operador a proveedores, o externas a la organización, que podrían ser cambios impulsados por un competidor en el mercado.

## 1.4 Contribución y relevancia

La implementación de 5G involucra varios sistemas tanto de red como de Tecnologías de la Información (en adelante TI). En el trabajo de tesis, sugiero que el despliegue o implementación de la 5G, conste de varias etapas desde el punto de vista de Ingeniería de Software:

1. Demostración del servicio. En esta etapa realizar los cambios necesarios en los componentes de IT para demostrar a algunos usuarios la calidad del servicio desde la activación hasta movimientos posventa, otorgando un producto mínimo viable.
2. Apertura comercial incremental. Consiste en abrir la tecnología a los suscriptores del operador. Este alcance a su vez puede ser subdividido dependiendo de los segmentos que sean más redituables para la empresa. Tanto usuarios como empresas de terceros, obtendrán nuevas oportunidades utilizando los servicios con las bondades de 5G.
3. Cambios necesarios para soportar 5G SA. Al mismo tiempo que se desarrollan los cambios para 5G NSA, un equipo puede comenzar con toda la gestión que implica la adquisición de infraestructura en la nube.

La adopción de esta tecnología permitirá eventualmente desarrollar diversas aplicaciones, que algunas aún son desconocidas y considero se irán descubriendo a través de los años. Tanto la velocidad de navegación aumentada respecto a la red anterior, así como una menor latencia, permitirán:

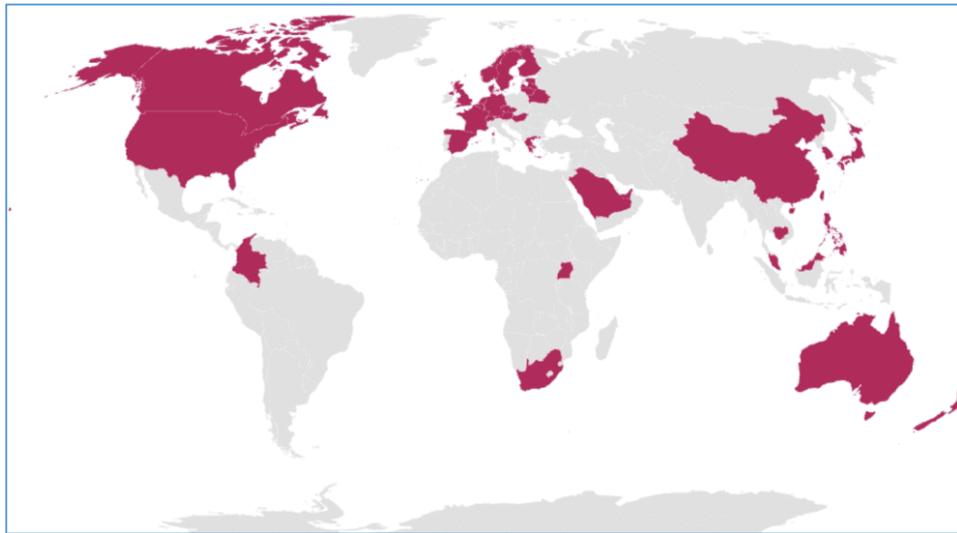
- Control industrial.
- Vehículos autónomos.
- Telemedicina.
- Control de Drones.
- Realidad aumentada.
- Juegos en la Nube.
- Transmisión de video Ultra HD.
- Realidad virtual.
- Entre otras aplicaciones.

El uso del método ágil Scrum generalmente se relaciona con desarrollos de Software pequeños con equipos igualmente pequeños. Sin embargo, en el presente trabajo de tesis daré las pautas para trabajar de manera incremental en este proyecto empresarial: adopción de tecnología 5G; es decir, involucra desde varios equipos de desarrollo, de implementación, operativos, de la red, de pruebas, de marketing, de dispositivos celulares, de atención a clientes, ejecutivos de venta, logística, etc. Básicamente un esfuerzo que puede llegar a miles de colaboradores.

Asimismo, este proyecto empresarial involucra la inversión de millones de dólares en infraestructura y software, además de asesoría externa y proveedores, que, de no ser

invertidos oportunamente, podría representar un gran riesgo de fallar y fácilmente llevar a la quiebra a una compañía de telecomunicaciones.

La organización Global Mobile Suppliers Association (GSA) reportó que en enero de 2022 noventa y nueve operadores en cincuenta países están invirtiendo en 5G Stand Alone (SA), pero únicamente veinte en dieciséis países ya se encuentran operándola, como China, Reino Unido, Alemania, Australia, Estados Unidos o Canadá [26][29]. Quiere decir que tres de cada cuatro países en el mundo aún no comienzan con una inversión hacia 5G SA; por lo que operadores de estos países (principalmente en Latinoamérica) podrían hacer uso de la aportación del presente trabajo.



*Ilustración 1 Países con 5G SA operativo - GSA*

Extrapolando las pautas que se indicarán en este estudio, la aportación no se queda solo a el proyecto particular de 5G ni en el sector de telecomunicaciones, sino puede extenderse hacia otros proyectos empresariales en otras industrias.

### 1.5 Metas

- Implementar la evolución hacia la tecnología 5G en una empresa de telecomunicaciones a partir de la tecnología 4G operacional.
- Investigar y conocer la metodología de desarrollo Scrum para desarrollar un proyecto empresarial que involucra muchas áreas, productos, procesos, estándares, logística, etc. Y que depende de la estructura de la organización.
- Marcar la pauta de cómo realizar cambios en las necesidades, prioridades o de alcance que puedan suscitarse.
- Aumentar la probabilidad de éxito de un proyecto, obteniendo rápidamente valor y resultados parciales que puedan ser verificados y probados sin tener que esperar hasta terminarlo, puesto que podría tomar varios meses en concluirse.

## Capítulo 2 Antecedentes

### 2.1 Ingeniería de Software

Hasta la década de 1960, cuando incrementaba la disponibilidad, acceso y eficiencia de equipos de cómputo y de los lenguajes de alto nivel, fue notorio que existía una crisis en el desarrollo de productos de software debido a que no satisfacían las necesidades del cliente, además de que su entrega excedía en tiempo y costo. [8]

Entonces en 1968 el Comité de Ciencia de la OTAN convocó a una conferencia inicialmente de carácter local en Múnich, pero que rápidamente tomó relevancia convirtiéndose en un evento internacional. Deliberadamente la frase “Ingeniería de Software” fue elegida para enfatizar el interés en darle cimientos y prácticas disciplinadas al desarrollo de software. [8]

Desde entonces se han realizado esfuerzos para mejorar las prácticas del desarrollo de productos de software. Durante la década de 1970 se empieza a hablar de ciclo de vida de desarrollo de software y propuestas de gestión, así como especial atención a las fases de especificación de requerimientos, análisis y diseño. [9]

Fue hasta la década de 1980 cuando se comienza a extender el uso de los principios desarrollados anteriormente en la industria del software. Y entre los años 2000 a 2014 surgieron diversos estándares y modelos, entre ellos: [10]

- CMMI: Capability Maturity Model Integration.
- TSP: Team Software Process.
- PSP: Personal Software Process.
- ISO/IEC 12207.
- ISO 25000, 29110.
- Manifiesto ágil.
- Métodos ágiles como SCRUM, Kanban, XP, Lean.
- SEMAT: Software Engineering Method and Theory.
- SWEBOK: Software Engineering Body of Knowledge.
- ESSENCE.

Aún con los esfuerzos realizados a lo largo de décadas, la realidad es que las estadísticas sugieren que, a pesar de utilizar Ingeniería de Software en la construcción de productos, el porcentaje de éxito se mantiene relativamente bajo respecto a duración, presupuesto y alcance. [11]

La asociación Standish Group fue formada en 1985 con la misión de sensibilizar la manera en la que los proyectos de Software son gestionados [12]. A través de su portal web y con una membresía gratuita, podemos acceder una investigación que han

realizado a través de los años llamada “Chaos Report” donde integran las estadísticas de proyectos exitosos y fallidos [13].

Analizando la información de los reportes desde 1994 hasta 2015 [14] [15] [11], podemos observar la tendencia de la muestra, siendo los proyectos exitosos aquellos que satisfacen las condiciones de costo, tiempo y alcance. Los intermedios no cumplen con alguno de los tres y los fallidos son aquellos que fueron cancelados o no se encuentran en uso [13].

	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2011	2012	2013	2014	2015
Exitosos	26%	27%	16%	28%	34%	29%	35%	32%	29%	27%	31%	28%	29%
Intermedios	46%	33%	53%	49%	51%	53%	46%	44%	49%	56%	50%	55%	52%
Fallidos	28%	40%	31%	23%	15%	18%	19%	24%	22%	17%	19%	17%	19%

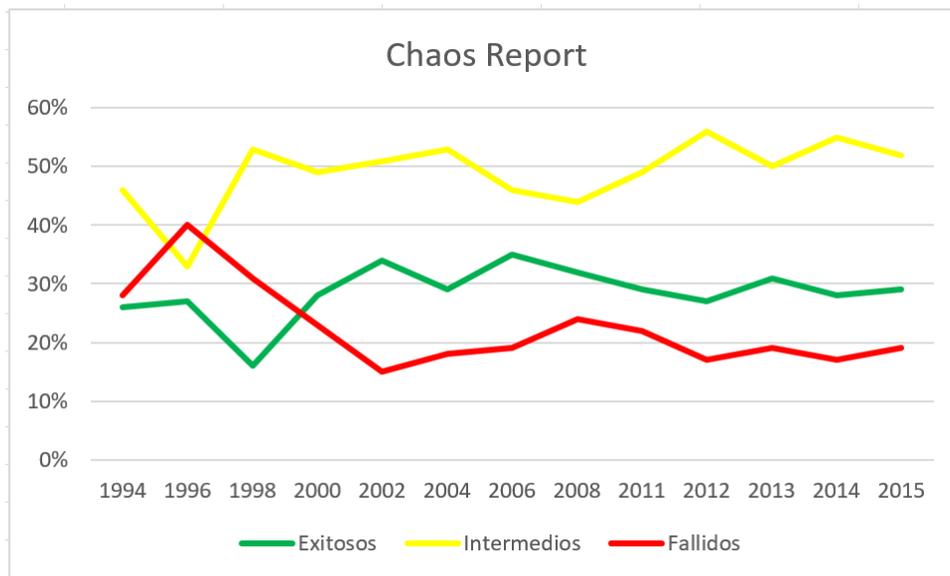


Ilustración 2. Tendencia de Proyectos de Software

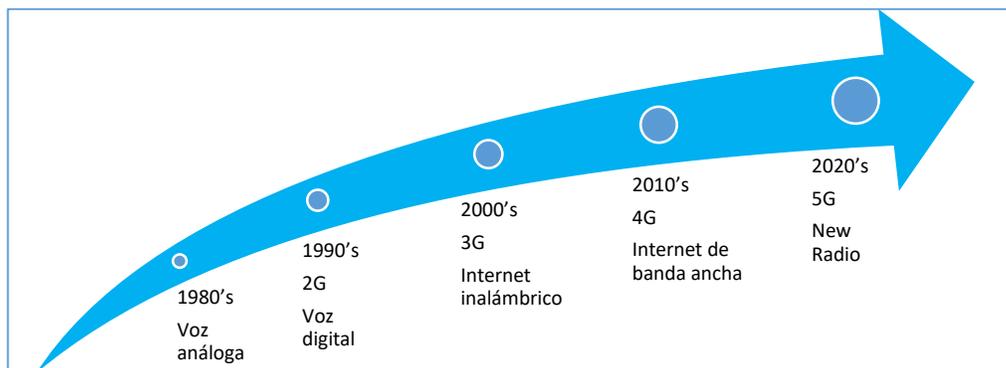
Además podemos observar en el reporte de 2020 que la tendencia se ha mantenido, pues el 31% de proyectos terminan con éxito, 51% de manera intermedia y 19% son fallidos [5]. A través de años de recopilación sobre informes de proyectos, The Standish Group ha identificado algunos factores que propician el éxito o fallo de alguno, entre ellos [16]:

- Involucramiento del usuario: parte esencial en la toma de decisiones; el reporte muestra que, si no participan, se obtiene un desempeño bajo.
- Objetivos claros del negocio: ocurre cuando las personas interesadas están enfocadas y entienden el valor del proyecto.

- Madurez emocional: la habilidad de las personas interesadas en dirigir las acciones y emociones del proyecto, siendo necesario reconocer y lidiar con signos que pueden llevar el proyecto a fracasar como sobre ambición, arrogancia, ignorancia, abstinencia y fraudulencia.
- Experiencia en gestión de proyectos: las habilidades básicas están descritas en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK). Además, trasciende a que la organización reconozca y dé autoridad al gestor del proyecto.
- Herramientas e infraestructura: Es la habilidad de utilizar los recursos para resolver los requerimientos, cambios y calidad, así como interactuar con proveedores.

## 2.2 Telecomunicaciones

Desde que apareció la primera tecnología de red móvil comercial, ésta ha evolucionado aproximadamente cada diez años: aproximadamente por 1980 inició con la voz análoga, después cambió a la 2G con voz digital, a principio del milenio manejamos la 3G cuya característica es el internet inalámbrico, diez años después tuvimos la 4G con internet de banda ancha y actualmente hemos llegado a la 5G con una mejor tasa de transferencia de datos, como se muestra en la Ilustración 3:



*Ilustración 3. Evolución de tecnologías móviles*

La Organización 3rd Generation Partnership Project (3GPP) está conformada por un grupo de colaboradores de telecomunicaciones con el objetivo de asentar las especificaciones de un sistema global de comunicaciones. Iniciaron con la tecnología 3G y han mantenido la descripción completa de sistemas para la comunicación móvil desde entonces.

En la liberación 15 del estándar de 3GPP, viene descrita la manera de interconectar las redes que actualmente los operadores mantienen productivas de 4G LTE (Long Term Evolution) con la 5G NR (New Radio), de tal forma que la operación no se interrumpa. Es decir, que facilita la inversión de recursos en las compañías integrando la nueva

tecnología con la red con la que opera actualmente, para que de manera eventual se haga la transición a la infraestructura necesaria para New Radio. [17]

### 2.2.1 Red LTE

Para entender la tecnología necesaria para adaptar la tecnología 5G sobre una red productiva de 4G, nos remitimos a los elementos clave necesarios para la segunda, siendo necesarios:

- **SGSN - Serving GPRS (General Packet Radio Service) Support Node.**  
Es el responsable de entregar paquetes de datos desde y hacia una estación móvil dentro de su área de servicio. En otras palabras, permite la conectividad a internet, el envío de mensajes y otros tipos de transferencia de datos.
- **E-UTRAN - Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network.**  
Es el primer nodo al que un suscriptor de LTE se conecta. La celda o antena permiten altos volúmenes de transferencia de datos, poca latencia y traspasos imperceptibles de una antena a otra.
- **MSC - Mobile Switching Center:**  
Es un componente legado de redes 3G que permite o rechaza la comunicación de voz de un dispositivo móvil a otro.
- **MME - Mobility Management Element:**  
Es el elemento donde se registran las áreas donde el suscriptor está conectado a la red. Cada cierto periodo corre una petición para confirmar que el suscriptor sigue conectado.
- **HSS - Home Subscriber Server:**  
Es la base de datos principal en la que reside los perfiles de usuario, suscripciones y perfiles de seguridad. Por ejemplo, este elemento es el que al momento del registro autoriza a un suscriptor a ciertos servicios.
- **PCRF - Policy and Charging Rules Function:**  
Este elemento recibe entradas de otros elementos de señalización para poder aplicar políticas de uso específicas, como restricciones de tráfico de datos, reducción de velocidad, bloqueos, cargos, etc.
- **Gateway PDN:**  
Debe interactuar con un servidor AAA (authentication, authorization and accounting), que contiene información del suscriptor para dar acceso a los servicios de la red.

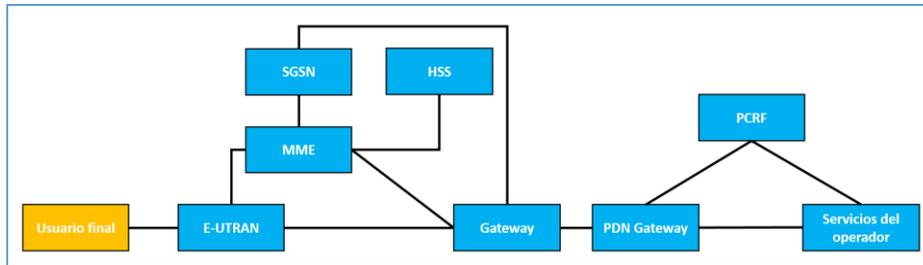


Ilustración 4. Diagrama básico de LTE

Con los elementos de red anteriores y su diagrama básico de interacción, tenemos una red LTE funcional. Sin embargo, como se menciona en el PDN Gateway, se puede conectar a otros elementos para poder realizar la función AAA: Authentication, Authorization & Accounting (autenticación, autorización y contabilización) [18].

- Autenticación: ¿Quién quiere acceder al sistema?
- Autorización: ¿Qué tiene permitido hacer?
- Contabilización: ¿Qué hizo en la red?

Para realizar la función AAA existe el protocolo Diameter para conectar los diferentes elementos de la red y permitir que se agreguen algunos otros elementos para poder brindar servicios y realizar el conteo de su uso y facturación, tales como:

- SMSC - Short Message Service Center:  
Es el elemento responsable de las operaciones de envío, recepción, almacenamiento y entrega de mensajes de texto cortos.
- MMSC - Multimedia Messaging Service Center  
Es el elemento responsable de las operaciones de envío, recepción, almacenamiento y entrega de mensajes multimedia.
- OCS - Online Charging System:  
Permite realizar el cobro de servicios en tiempo real. El OCS controla balances, tasado, tarifas de los suscriptores. Se asegura que éstos no excedan los límites autorizados.

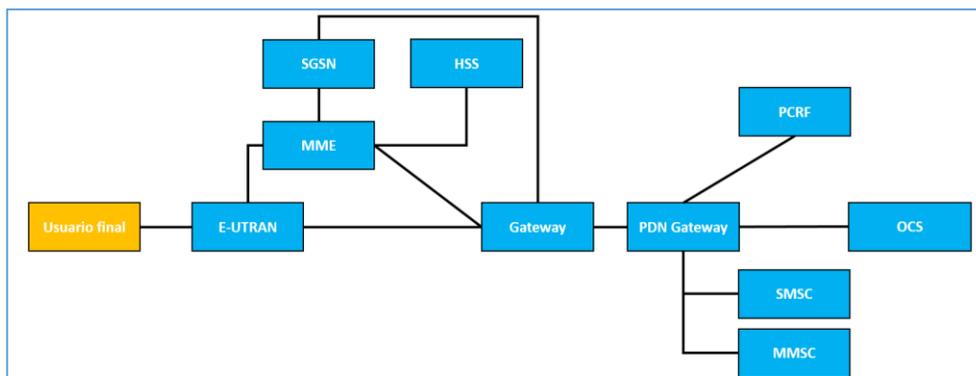


Ilustración 5. Diagrama básico LTE con OCS

De todos los elementos mencionados, aquí cabe destacar las funciones del Online Charging System. Este elemento es crucial para cualquier operador de telecomunicaciones, porque permite el tasado de eventos generados en la red, así como facturación, lo cual da pie a la integración de Sistemas de Soporte a la Facturación (BSS). Debido a las funciones descritas de OCS, se necesita la integración de componentes de software para la completa gestión de los atributos de los suscriptores.

Los Sistemas de Soporte a la Facturación dependen de la arquitectura elegida por cada operador de telecomunicaciones, pero los elementos básicos a incluir son:

- CRM - Customer Relationship Management:  
Es el sistema que permite recabar información de suscriptores y relacionarlos con el negocio, como ventas y cambios en servicios.
- BSS - Billing Support System:  
Conformado de varios módulos o subsistemas que son clave para la facturación. Entre ellos pueden existir módulos de recargas, mediación, aprovisionamiento, ofertas comerciales, portabilidad, etc.

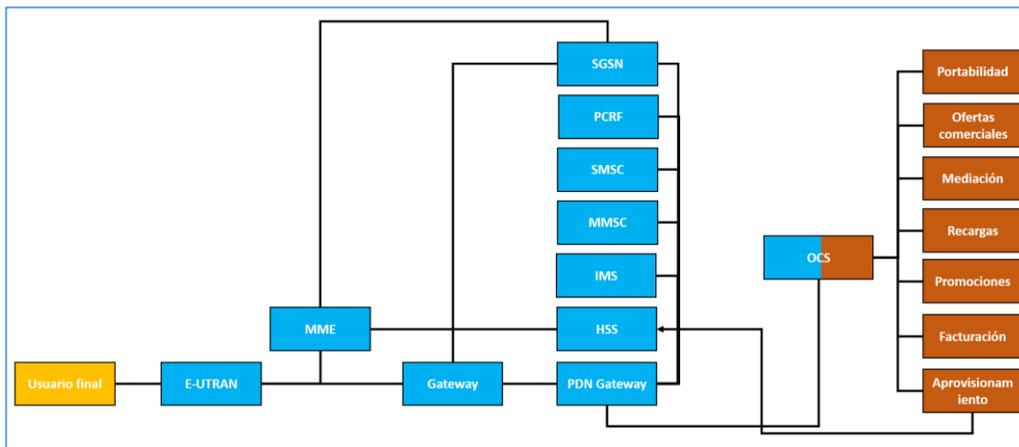


Ilustración 6. Diagrama básico de OCS con BSS

### 2.2.2 Red 5G

Como se mencionaba al inicio del capítulo, el lanzamiento 15 de 3GPP, da la pauta para realizar la integración del acceso a la tecnología 5G sobre la infraestructura LTE explicada anteriormente. La idea básica inicial es hacer la integración de RAN (Radio Access Network) de 5G en la implementación actual. Es decir, el flujo de señalización en la red es igual al de la red LTE, pero con las bondades del acceso a internet de 5G.

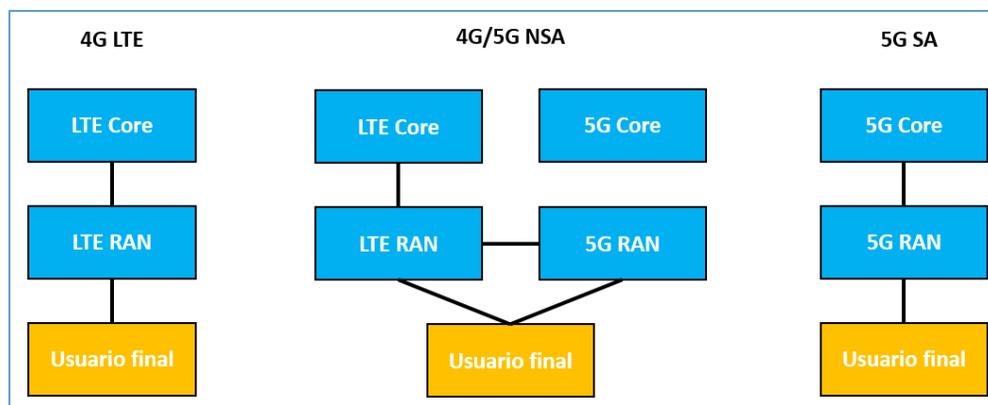


Ilustración 7. Transición de red LTE a 5G

Posteriormente, a medida que se despliegan los puntos de acceso a 5G a lo largo de diferentes locaciones de cobertura, la transformación del núcleo de la red puede irse realizando hasta completar la transición. Los elementos clave del núcleo de 5G son:

- **AMF - Access and Mobility Management Function:**  
Controla el acceso de diferentes redes hacia el núcleo de 5G. También gestiona la movilidad de los usuarios finales entre antenas para dar la continuidad de sesiones.
- **AF - Application Function:**  
Provee servicios de aplicación a los usuarios finales: por ejemplo, streaming. Puede tener entrada/salida directamente si es propio o si es a través de un tercero puede ir a NEF.
- **NEF - Network Exposure Network:**  
Otorga seguridad, robustece y ofrece de manera amigable el acceso a los servicios de la red 5G, habilitando integración de terceros.
- **UPF - User Plane Function:**  
Es responsable de la interconexión de las RAN (Radio Acces Network) y de inspeccionar los paquetes, así como la aplicación en la señalización.
- **SMF - Session Manager Function:**  
Es el responsable de crear, actualizar y terminar sesiones generadas por el UPF.
- **NWDAF - Network Data Analytics Function:**  
Tiene funciones analíticas para soportar la automatización de la red, “autosanamamiento”, mejoramiento de la experiencia y reporte.
- **PCF - Policy Control Function:**  
Proporciona las políticas del uso de la red a los suscriptores a través del SMF y AMF.
- **CHF – Charging function:**

Similar al Online Charging System (OCS) en LTE, es el elemento que realiza el cobro de usos en tiempo real. De igual manera, necesita lógica de elementos de IT para realizar su función.

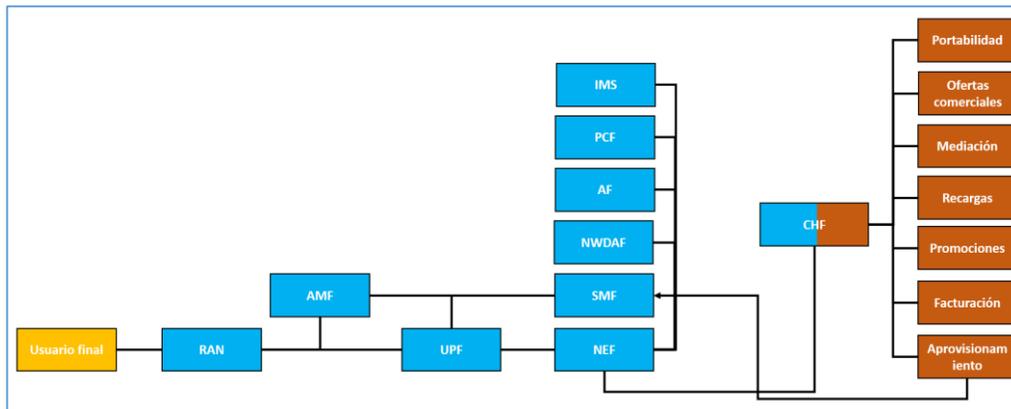


Ilustración 8. Diagrama básico de 5G SA

Aquí la comparación entre las tecnologías 4G y 5G:

Característica	4G LTE	5G NR
Velocidad de datos en la experiencia del usuario (Mbit/s)	10	100
Eficiencia espectral (bits/s/Hz)	1x	3x
Movilidad (km/h)	350	500
Latencia (ms)	10	1
Densidad de conexión (dispositivos/km <sup>2</sup> )	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>
Eficiencia energética de la red (bit/joule)	10x	100x
Capacidad de tráfico del área (Mbit/s/m <sup>2</sup> )	0.1	10
Velocidad máxima de datos (1Gb/s)	1	20

Tabla 1. Comparación entre tecnologías LTE y NR

## Capítulo 3 Metodología Scrum y su aplicación en la implementación de 5G

Para este trabajo abordaré la implementación de 5G NSA desde el enfoque de la Ingeniería de Software con metodología ágil Scrum y no desde los cambios necesarios en la infraestructura de la red. La razón principal para utilizar Scrum sobre otros métodos tradicionales como cascada, es porque el mercado resulta muy competido, debido a ello, podrían solicitarse cambios de alcance durante la construcción o algunos otros guiados por la operación.

Generalmente cuando un operador de telecomunicaciones ofrece un producto nuevo (como una oferta comercial atractiva), entonces los demás operadores deben reaccionar rápidamente si es que no quieren perder suscriptores; asimismo, con base en análisis de datos y estudios de mercado, un operador puede ponerse delante de sus competidores innovando.

Otro factor que influye es que los requerimientos, tanto como de la red o del negocio pueden cambiar o priorizarse algunos sobre otros de un momento a otro. Entonces esto es un fuerte factor, porque la agilidad no significa trabajar más rápido, sino adaptarse rápido a los cambios, así como fallar rápidamente para poder corregir.

Asimismo, un factor importante a considerar es que un operador de telecomunicaciones por lo general cuenta con proveedores para los elementos de red descritos en el capítulo anterior, y cada uno de ellos genera negocio por diferentes medidas:

- Suscriptores provisionados o almacenados con tecnología 5G: se refiere a los parámetros almacenados en las bases de datos de cierto elemento de red. Por ejemplo, un suscriptor 5G podría almacenarse en diferentes tablas o archivos respecto a uno 4G, lo que podría tener diferente costo.
- Suscriptores con acceso en determinado momento a tecnología 5G: es decir, la cantidad de suscriptores que se encuentran conectados a un punto de acceso a la red 5G.
- Suscriptores generando tráfico con tecnología 5G: cuánto tráfico de datos están generando los suscriptores en determinado momento; esta tecnología al ser más veloz que su predecesora, genera mayor cantidad en el volumen de señalización en las transacciones entre elementos de red.

Podría tratarse inclusive de diferentes proveedores en cada elemento de red. Estos terceros podrían licenciar el uso de sus bases de datos o procesamiento, debido a que las características de un suscriptor 5G naturalmente son mayores a las de uno LTE.

Entonces debe tenerse cuidado y adecuar sobre el camino la implementación de 5G a medida que ciertos umbrales se van alcanzando.

Abordaré el desarrollo de Software con la técnica que indica la metodología ágil de Scrum:

- **Concepción:** Consiste en identificar la necesidad, las funciones requeridas, objetivos, limitaciones y riesgos, así como las partes interesadas.
- **Planeación:** Método con la que se va a trabajar, así como la estimación del esfuerzo, tiempos y costo, herramientas y responsabilidades.
- **Requerimientos:** Expresan las necesidades y restricciones impuestas a un producto de software que contribuye a la solución de problemas en el mundo real. Si no son correctamente asentados, el proyecto está prácticamente condenado a fallar.
- **Diseño:** Es la parte del ciclo de Software en la cual los requerimientos son analizados para proceder con la descripción de la estructura interna que servirá como base para la construcción. Aquí se define la arquitectura, componentes, interfaces y otras características de los componentes.
- **Construcción:** Se refiere al detalle de la creación de Software funcional a través de una combinación de código, verificación, pruebas unitarias, pruebas de integración y depuración.
- **Pruebas:** Consiste en la verificación de que un programa provee los resultados esperados con una cantidad finita de casos, que son sustancialmente elegidos de un conjunto más grande.
- **Despliegue:** Es la fase del ciclo en la cual los componentes de Software son instalados en un ambiente para que los usuarios finales interactúen con la funcionalidad.
- **Cierre:** Cuando todos los planes y procesos han sido activados y completados. Dentro de la organización existe un periodo de “garantía” en el cual tanto el negocio como operaciones pueden identificar algún funcionamiento inadecuado.

Bajo el marco de trabajo Scrum, no todas las etapas deben ser desarrolladas completamente una vez que inicien. En cambio, el conjunto de las fases se desarrolla de manera incremental e iterativa, lo que significa que, en el ciclo de vida del proyecto, es válido volver a etapas anteriores e ir avanzando en las siguientes, aunque no hayan sido completadas totalmente. El objetivo principal es entregar valor lo más rápido posible.

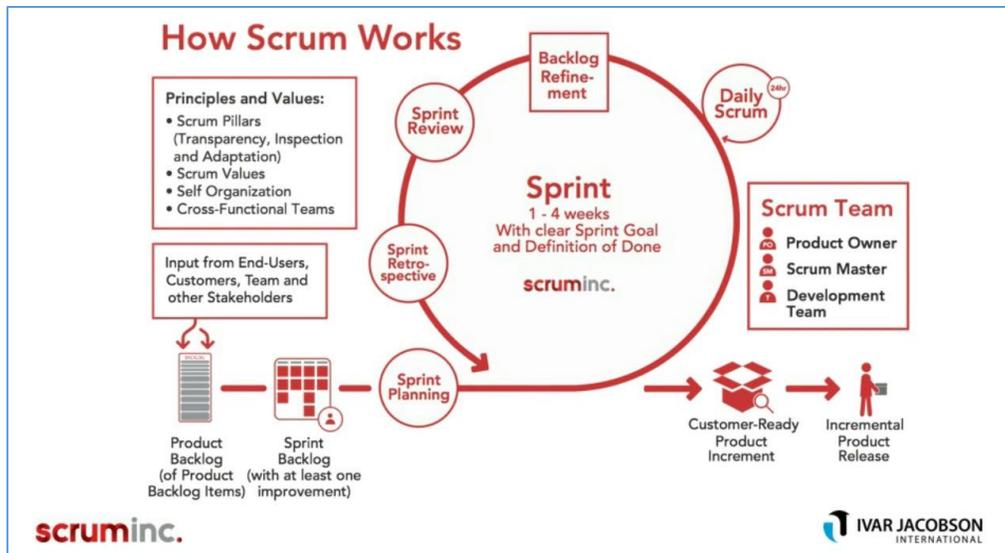


Ilustración 9. Cómo funciona Scrum

Ante la dependencia de modas, la carencia de base teórica, la abundancia de métodos únicos, el vacío entre la investigación académica y la aplicación práctica en la industria, Object Management Group realizó un esfuerzo para proveer un conocimiento común que defina las prácticas en el desarrollo de Software. Incluye los elementos esenciales que siempre prevalecen en todos los esfuerzos de Ingeniería de Software, tales como requerimientos, sistemas de Software, equipo y trabajo. El resultado publicado en 2015 es Essence, donde la UNAM contribuyó de manera importante en el desarrollo de la especificación. La extensión KUALI-BEH se encuentra en los anexos, donde están los términos para expresar la manera de trabajar y el progreso. [19]

Ivar Jacobson, principal colaborador en la creación de Essence [19], así como promotor de Scrum, menciona que éste debe trabajarse de la siguiente manera:

El equipo Scrum está compuesto por el Propietario del Producto, el Scrum Master y el equipo de Desarrollo. Todos los miembros deben contar con:

- Los pilares de Scrum: transparencia, inspección y adaptación.
- Los valores de Scrum.
- Autoorganización y autogestión.
- Trabajo pendiente del producto: entradas de usuarios finales, clientes y/o personas interesadas.

Una vez contando con lo anterior, entonces el Scrum Master organiza una serie de ceremonias o eventos cíclicos, en donde en cada iteración se entrega un producto incremental de cara al cliente. Eventualmente concluirán con la entrega del producto final. Los eventos son:

- Planeación del Sprint.
- Scrum diario.
- Refinamiento del trabajo pendiente.
- Revisión del Sprint.
- Retrospectiva del Sprint.

Más adelante describiré en qué consiste cada una de las ceremonias, enfocadas a el desarrollo de la tecnología 5G, así como utilidad, puntos clave y otros eventos importantes para una alineación empresarial, donde coexisten en una compañía muchos proyectos en curso.

Como se representa en la ilustración 10, un ejemplo de un desarrollo incremental erróneo, donde se trabaja en un Sprint en componentes independientes que no aportan algún valor por si solos, sino hasta la conclusión del último; en el segundo ejemplo se desarrollan algunas funcionalidades de varios componentes hasta que se completan.

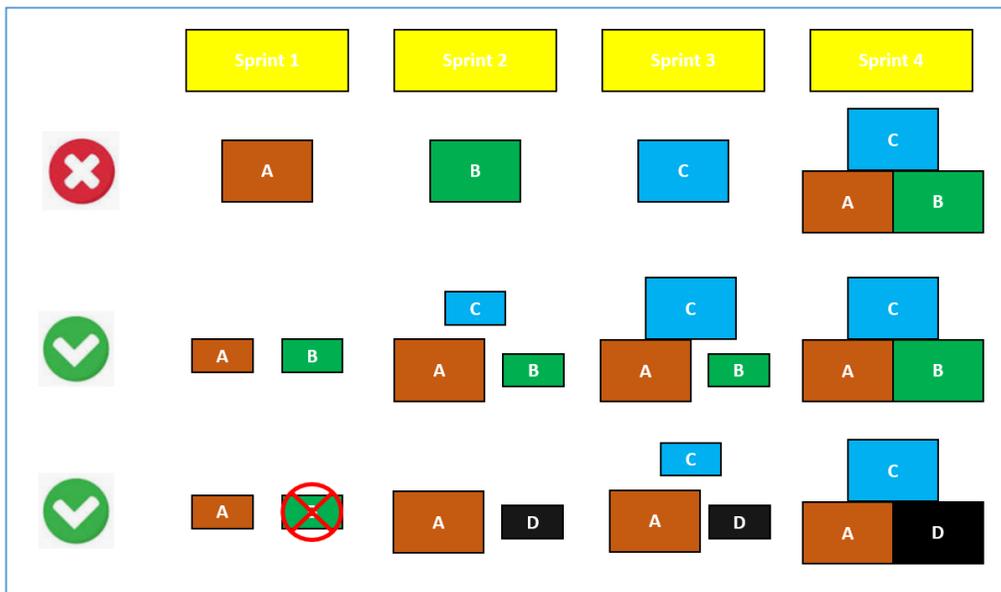


Ilustración 10. Representación de desarrollo incremental

En el último ejemplo, se visualiza una de las bondades de Scrum, donde el equipo de desarrollo comenzó trabajando en un componente que no era lo que el Propietario del Producto esperaba o necesitaba. Por lo que rápidamente el equipo adecúa el avance y para el siguiente Sprint cuenta con lo solicitado hasta completar las entregas incrementales.

### 3.1 De la estructura organizacional de la empresa.

La estructura organizacional es la manera en la que los diversos equipos de trabajo colaboran y coordinan con el fin de alcanzar los objetivos y metas de la compañía. Dependiendo del negocio, la organización puede realizarse con base en productos o servicios, locación geográfica, funciones, por procesos, clientes, etc. Por lo que tradicionalmente pueden dividirse en tres diferentes tipos [20]:

- Lineal: Donde es jerárquica, una estructura estricta vertical. Se caracteriza porque el poder de la decisión se concentra en una sola persona.
- Funcional: Donde existen jefes con conocimiento específico, que fueron determinados con base en las funciones, productos o servicios de la compañía. Con base en sus funciones, los jefes son especialistas que tienen la capacidad de toma de decisiones.
- Matricial: Tiene características de las dos anteriores, por lo que pretende tomar las bondades de lineal y funcional.

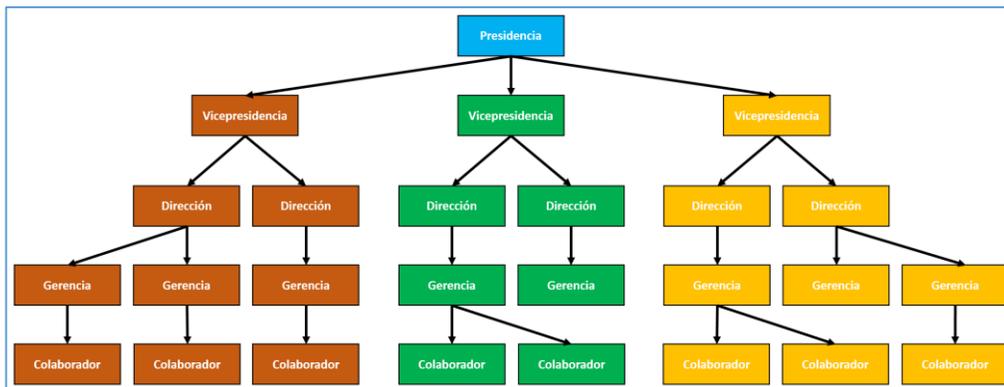


Ilustración 11. Representación de una estructura organizacional

Aunque los servicios y productos que una empresa de telecomunicaciones puede ofrecer a nivel mundial son prácticamente los mismos, porque las tecnologías de los proveedores están al alcance de los operadores, basados en voz, transmisión de datos y servicios de valor agregado, las características con las que cada organización las despliega son particulares y están ligadas a la organización de la compañía en sí, a su estructura organizacional y su gestión [20].

Para que una organización pueda tener personal que colabore en el marco de trabajo scrum, debe contar con una estructura organizacional que sea funcional o matricial. Sin embargo, no es suficiente para explotar todas las bondades. Los equipos scrum son multidisciplinarios y debe existir una comunicación horizontal permanentemente, inclusive de un equipo scrum a otro.

Si un equipo scrum tiene la necesidad de colaborar con alguno otro, el canal de comunicación debe ser directo para evitar triangulaciones o retrasos. En una

organización puramente lineal o funcional, lo esperado es que la comunicación y asignaciones de responsabilidades se realice de jefe a jefe, lo que implica pérdida de tiempo; mientras que con una comunicación directa se pueden evitar estos obstáculos.

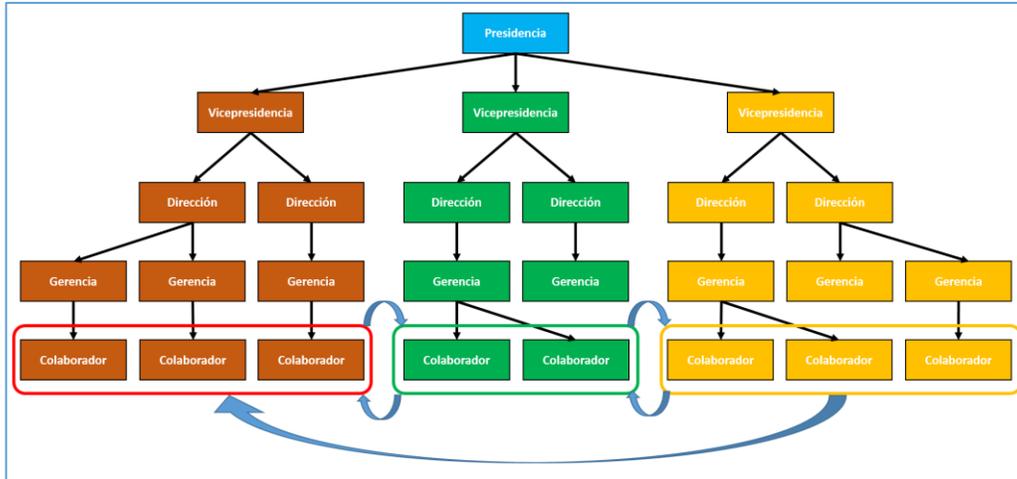


Ilustración 12. Comunicación en la estructura organizacional

### 3.2 Medidas e Indicadores.

“Lo que no se mide, no se puede mejorar”, es una frase que de manera frecuente es atribuida a Peter Drucker, aunque originalmente corresponde a Thomson Kelvin (Lord Kelvin): “Lo que no se define, no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se puede mejorar, se degrada siempre”. De ambas frases, lo que puede concluirse es la importancia de la medición. [21]

Lo que respecta a las métricas dentro de una empresa, existe el ciclo de medición empresarial, que consiste en: [22]

- Medir: registrar, recolectar y concentrar.
- Analizar: consultar e interpretar.
- Decidir: Las decisiones deben partir de un análisis, y no de corazonadas.
- Actuar: Llevar a cabo las decisiones y medir.

Dentro de la organización, debe existir una planeación estratégica. Dicha estrategia consiste en que la empresa tome como base la misión y la visión (son genéricas a través de los años, no cambian frecuentemente) para definir estrategias y objetivos de manera anual. Con base en estos, se generan proyectos para alcanzar los objetivos del negocio.

Con base en la organización de la empresa, los objetivos deben fluir de arriba hacia abajo; es decir, los objetivos anuales parten desde la más alta dirección o vicepresidencias, bajando hacia directores, gerencias, hasta llegar a cada uno de los colaboradores de la empresa.

Por ejemplo, un objetivo organizacional podría ir fluyendo de la siguiente manera:

- A nivel dirección general: Invertir en la tecnología 5G en las principales urbes del país en 2022.
- A nivel vicepresidencia IT: Generar servicios y productos que cuenten con los beneficios de 5G.
- A nivel gerencial: Contribuir con los requerimientos del negocio en ofertas comerciales con 5G.
- A nivel desarrollador: Implementar ofertas comerciales de productos 5G en los tiempos estipulados y a lo más un defecto por liberación en un 95% de las ocasiones.

A través de las medidas, metas, indicadores e indicadores clave, podemos saber si estamos avanzando en la dirección correcta [23].

- Medidas: La medición es la acción y efecto de medir; es algo que podemos contar. Por ejemplo, la cantidad de suscriptores con dispositivos con capacidad 5G, o la cantidad de suscriptores en cierta oferta comercial.
- Objetivos: Es la descripción de la posición estratégica u operativa que se desea alcanzar. Por ejemplo, incrementar un 20% la cantidad de suscriptores con acceso a tecnología 5G en 2023 respecto al año anterior.
- Indicadores: Es la medida numérica específica que indica el progreso. Es el resultado compuesto de varias medidas o incluso otros indicadores. Por ejemplo, adiciones netas de 5G, que son la cantidad de suscriptores nuevos con acceso a 5G menos aquellos que salen de la compañía.
- Los indicadores clave o KPI son aquellos que se obtienen de la operación del sistema, y son los que toma el negocio como referencia para conocer el comportamiento diario.
- Metas: Es el valor esperado o deseado de un indicador. Por ejemplo, que los suscriptores nuevos con acceso a 5G sean el doble de aquellos que se van.

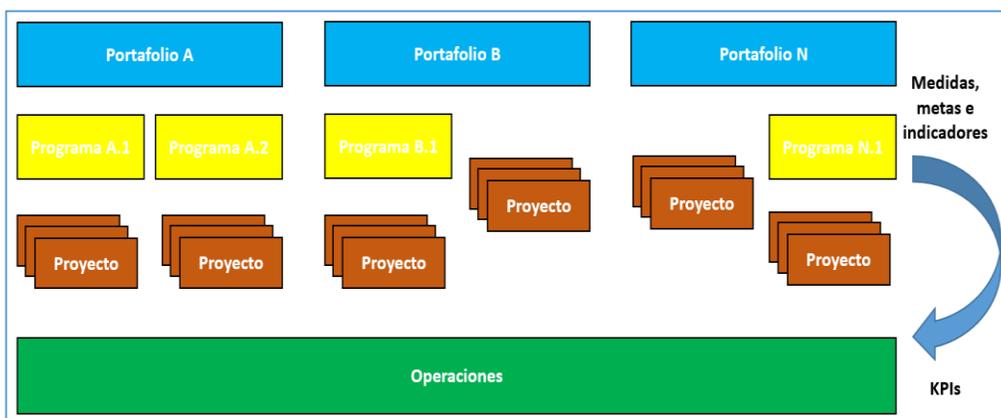


Ilustración 13. Entrega de valor

Durante todo el proceso de desarrollo de sistemas pueden estar tomándose KPIs, pero los que realmente aportan al negocio son los que ocurren en la operación. La estrategia y proyectos de entrega se realizan de forma continua y la operación no se detiene.

Es importante que todos en el equipo conozcan el valor que se aporta al término de cada proyecto, pero debe ser transmitido desde el inicio.

### 3.3 De los miembros del equipo Scrum

Los miembros fundamentales que conforman el equipo Scrum son el Scrum Master, el Propietario del Producto y desarrolladores. Respecto a este último rol, la guía Scrum indica que se trata de desarrolladores, pero en la práctica no necesariamente son personas que se dedican a programar o codificar, sino también pueden ser arquitectos, probadores, expertos en redes móviles o 5G, intermediarios con algún proveedor, o algún otro perfil del cual depende el avance del proyecto. Todos los miembros tienen el mismo nivel de jerarquía. [24]

Este equipo está conformado por profesionales capaces de crear valor en un intervalo relativamente corto de tiempo. Idealmente se trata de personas autogestionadas que a lo interno deciden qué, cuándo y cómo hacer.

El equipo Scrum tendrá mejor comunicación y serán más productivos si es un equipo pequeño. La guía recomienda que el equipo más grande sea conformado por 10 personas a lo máximo. En dado caso de que se necesiten más integrantes, es mejor descomponer en equipos más pequeños, que deben estar enfocados en el mismo objetivo, es decir, un mismo Propietario del Producto.

#### 3.3.1 Desarrolladores

La función principal del rol de los desarrolladores es crear valor o incremento útil en la construcción de Software en un intervalo de tiempo relativamente corto. La guía Scrum recomienda que en este rol todos los miembros sean multifuncionales, es decir, que no tengan algún inconveniente en modificar cualquier pieza de Software, pero en la práctica esto resulta en algo muy difícil de lograr. [24]

Generalmente un desarrollador es experto en cierto componente o cierta funcionalidad. Esto puede ser por varios factores, como:

- El lenguaje de programación: algunas personas pueden programar o entender código en cierto lenguaje de programación, pero no en otro.
- Las reglas de negocio: en muchos componentes de la compañía pueden estar inmersas reglas de negocio, que tal vez no son claras del porqué están ahí. Puede tratarse también de cuestiones regulatorias.
- Accesos o permisos: en ocasiones, no todos los desarrolladores tienen el mismo rol para acceder o modificar ciertas piezas de código o bases de datos, por la información sensible que pudiera almacenarse.

Entonces, ya sea como lo indica la guía Scrum, un equipo de desarrolladores multifuncional o cada quien, especializado en ciertos componentes, todos deben colaborar para alcanzar las metas y por ende con las funcionalidades que se solicita.

Como se indica más adelante, en el capítulo “De las ceremonias”, los desarrolladores son los responsables de crear las Historias de Usuario o tareas que, con base en las necesidades del usuario, los van a llevar a alcanzar los objetivos, adaptar sus actividades con base en las prioridades implantadas y responsabilizarse del total del avance.

### 3.3.2 Propietario del Producto

Para que el proyecto de adaptación de tecnología 5G tenga éxito, el Propietario del Producto debe ser una persona que conozca en su mayoría a los sistemas que serán impactados por los cambios. No necesita ser un experto técnico, pero si conocer las funciones de los sistemas y a las personas que realizan los cambios en ellos. Es decir, a mayor cantidad de las siguientes habilidades suaves bien desarrolladas, se pueden alcanzar mejores resultados [25]:

- Habilidades comunicativas
- Trabajo en equipo
- Toma de liderazgo
- Gestión de tiempo
- Pensamiento crítico
- Creatividad
- Solución de problemas
- Empatía
- Adaptación

La responsabilidad principal del Propietario del producto es maximizar el valor del producto resultante del equipo Scrum Sprint tras Sprint. Se trata de una sola persona, no de varias. Pero esta persona puede representar la necesidad de una o varias personas interesadas [24]. En nuestro caso de estudio, respecto a la implantación de la tecnología de 5G en un operador móvil de telecomunicaciones, las personas interesadas representadas por el Propietario del Producto pueden ser de las siguientes áreas por mencionar algunas:

- Planeación: Pueden conocer la estrategia de despliegue, que puede abarcar desde inversión, ubicaciones geográficas, cantidad de usuarios beneficiados, etc.
- Ventas: Características que se necesitan para vender el producto, desde la oferta comercial hasta dispositivos que tienen compatibilidad con la tecnología.
- Atención a clientes: Ante alguna petición de usuarios finales respecto a aclaraciones, problemas técnicos, facturaciones, etc.
- Soporte a la operación: Necesitan conocer la cantidad y características de los usuarios beneficiados por el acceso a la tecnología 5G, así como conocer los KPIs

impactados en la operación diaria y cómo resolver problemas que aparezcan eventualmente.

- **Prevención de fraudes:** Ven todo lo relacionado al tráfico de la red, y mediante tendencias o mecanismos de Inteligencia Artificial, pueden detectar suscriptores que se comportan de manera anómala y poder tomar acciones necesarias respecto a fraudes.
- **Roaming:** Encargados de realizar acuerdos con otros operadores, ya sea dentro de México o de manera internacional. Con estos acuerdos, siguiendo estándares de señalización, se logra que usuarios puedan navegar bajo cobertura 5G aún con otro operador.
- **Ingeniería de la red:** Cuáles son los sistemas de red que se van a interconectar con los de IT, así como las necesidades sobre los comandos o instrucciones adecuadas para realizar las ventas y todo el ciclo de vida de los suscriptores.
- **Logística:** Encargados de que los bienes se encuentren donde se necesitan, ya sean dispositivos celulares o accesorios.
- **Capacitación:** Al tratarse de nuevos flujos o cambios en los existentes, es necesario realizar la capacitación del personal de atención al cliente y/o de la operación diaria.
- **Mediación:** Encargados de procesar y transferir los registros detallados de llamadas. Estos son generados por cada uno de los eventos que se generan en los elementos de red, es decir, una llamada telefónica, un SMS, uso de datos, etc.

### Breve descripción de ciclo de vida de suscriptores:

El ciclo de vida de los suscriptores de telefonía móvil se refiere a los cambios que puede tener los servicios contratados a lo largo del periodo de contratación. Estos cambios afectan su estado en las bases de datos de los elementos de red. En general, pueden ser cuatro principalmente: [54]

- **Activación:** En el momento de la contratación del plan móvil, el nuevo suscriptor debe ser creado en las bases de datos de diversos elementos en los sistemas.
- **Suspensión:** En caso de que el suscriptor pierda por robo o extravío su dispositivo móvil, puede solicitar una suspensión del servicio. De igual manera, dependiendo de las reglas del operador, si el suscriptor no cubre el total del monto en la factura, se puede realizar una suspensión en los servicios.
- **Reactivación:** Es el movimiento inverso al anterior, en el cual el suscriptor solicita que sus servicios sean restablecidos porque encontró su dispositivo o recuperó la SIM; el otro caso es porque cubrió con el pago de la factura que debía.
- **Cancelación:** Cuando el suscriptor ya no necesita los servicios contratados, puede optar por realizar la cancelación de sus servicios. En este caso, se debe eliminar de los elementos de la red.

Existen otros cambios que pueden realizarse y que forman parte del ciclo de vida del suscriptor, como por ejemplo el cambio de número telefónico, cambio de SIM (probablemente por algún daño o porque el dispositivo móvil se encuentra extraviado), renovaciones, etc.

Entonces el Propietario del Producto necesita recopilar o recibir de las personas interesadas las necesidades o funcionalidades que cada una necesita. Como se describe posteriormente en el capítulo “El Programa Incremental cero”, los requerimientos son dirigidos adecuadamente con apoyo de un arquitecto y se registran de manera clara y visible en una lista de trabajo pendiente del producto (product backlog en inglés).

El Propietario del Producto prioriza los requerimientos con base principalmente en el valor que generan. Un ejemplo de esta priorización se encuentra descrita más adelante en el capítulo “Planeación del Programa Incremental”.

Es importante mencionar que los requerimientos que realizaron las personas interesadas inicialmente pueden cambiar a lo largo del tiempo. De hecho, lo más probable es que cambien. En estos casos, el Propietario del Producto debe actualizar su lista de trabajo pendiente constantemente y tenerla priorizada de la mejor manera posible.

### 3.3.3 Scrum Master

Es la persona responsable de llevar a cabo el Scrum como está establecido en la guía Scrum [24]. Es decir, es el responsable de que la teoría y práctica se lleven a cabo adecuadamente, con las ceremonias y duración necesarias. Gestiona que todos los eventos sean efectuados en las fechas necesarias, ya sea dentro del equipo Scrum o hacia la organización.

El Scrum Master es un líder que sirve a:

<b>Desarrolladores</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Propiciando la autogestión.</li><li>• Centrarse en la creación de incrementos que aportan valor.</li><li>• Eliminando impedimentos.</li><li>• Las ceremonias Scrum se lleven a cabo, sean productivas y se respete la duración de cada una.</li></ul>
<b>Propietario del Producto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Técnicas eficaces para la definición de los objetivos del producto.</li><li>• Gestión en los retrasos.</li><li>• Comprensión sobre los elementos pendientes de trabajo.</li><li>• Planificación.</li><li>• Colaboración con las partes interesadas.</li></ul>
<b>La Organización</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Liderar y capacitar a la organización en la adopción de Scrum.</li><li>• Planificar y asesorar sobre Scrum a la organización.</li><li>• Eliminar las barreras entre las personas interesadas y los equipos Scrum.</li></ul>

*Tabla 2. Funciones del Scrum Master*

Cabe destacar que dos de los tres puntos sobre el Scrum Mater hacia la organización, son respecto a la adopción de Scrum; es decir, sobre compañías que no están trabajando con el marco ágil de Scrum en todas sus áreas. En este caso, es su responsabilidad impregnar a los diversos equipos hacia Scrum; en caso de que la organización ya trabaje de esta manera, entonces su tarea es la gestión de los impedimentos que tiene el equipo Scrum con otras personas interesadas u otros equipos de desarrollo.

Dentro de la organización pueden existir reuniones o ceremonias en las cuales el Scrum Master lleva los impedimentos que surgen; los expone e intenta resolverlos con otros Scrum Master de otros equipos de desarrollo. Esta sesión puede involucrar a equipos que no participen en la agilidad, como podrían ser equipos de ingeniería de red. El

objetivo de estas sesiones, que pueden ser recurrentes, es resolver impedimentos y buscar mejoras en los procesos.

### 3.4 De las ceremonias

Dentro de la guía Scrum [24], están establecidas cinco ceremonias que deben efectuarse para el desarrollo del producto. En éstas se realizan diferentes actividades que permiten la entrega incremental de valor. Están diseñadas para promover los valores, principios y pilares de Scrum que son descritos más adelante en el presente trabajo.

Las ceremonias establecidas por Scrum son:

- Planeación del Programa Incremental
- Planeación del Sprint
- Scrum diario
- Revisión del Sprint
- Retrospectiva del Sprint

Además de ellas, en el presente trabajo de Tesis contiene la inserción de otras dos ceremonias, que también aportan valor al negocio y facilitan la entrega del producto y que su valor sea visible para toda la organización, lo cual es fundamental porque todos los miembros del equipo ágil pueden observar sus aportaciones de manera tangible:

- El Programa Incremental cero
- Demostración del Programa Incremental

En cada una de estas ceremonias pueden participar miembros que no pertenezcan al equipo ágil o que incluso no trabajen con agilidad Scrum. Por ejemplo, los equipos que gestionan los cambios en los elementos que conforman una red móvil, difícilmente deben realizar mantenimientos o implementaciones de Software por la naturaleza y funciones de los sistemas, por lo que podrían no estar inmersos en la forma de trabajo ágil de Scrum; aun así, pueden participar en las ceremonias para conocer los detalles del proyecto y aportar si es que ven algún impacto, dependencia o riesgo. De igual manera aplica para los proveedores de servicios y/o productos: para éstos últimos, es recomendable que si son proveedores de Software:

- Se alineen y participen perteneciendo al equipo Scrum.
- Pero como esto podría representar un costo económico mayor para la organización, puede ser que el proveedor no pertenezca al equipo ágil, pero es importante que conozcan la estrategia de entregas de valor.

#### 3.4.1 Planeación del Programa Incremental

Esta ceremonia se realiza uno o dos días antes de iniciar el Programa Incremental. El objetivo es que el Propietario del Producto exponga las funcionalidades que necesita

al equipo ágil para desarrollar en este intervalo, que como ya se mencionó, es recomendable que sea bimestral o trimestral. Dichas funcionalidades ya fueron analizadas previamente y fueron priorizadas de tal manera que puede iniciarle con aquellas que aportan mayor valor.

Asimismo, el equipo de desarrolladores identifica las actividades en las que participa y qué debe implementar para satisfacer las necesidades planteadas. Es sugerido que esta ceremonia tenga una duración de una a dos horas y que sea colaborativa; de esta manera, es visible para todos los miembros el trabajo que realizarán y se comienzan a realizar las colaboraciones.

Puede realizarse de varias maneras, como lluvias de ideas, o mediante una pizarra o archivo en el cual todos puedan colaborar. Un ejemplo, utilizando éste último enfoque para identificar funcionalidades puede resultar en lo siguiente:

Funcionalidades:

1. Brindar acceso a la tecnología 5G a mis usuarios pospagados.
2. Brindar acceso a la tecnología 5G a mis usuarios controlados.
3. Ofrecer el producto de redes privadas de 5G.
4. Brindar acceso a la tecnología 5G a mis usuarios de Internet de las Cosas.
5. Brindar acceso a la tecnología 5G a mis usuarios de Internet en Casa.
6. Brindar acceso a la tecnología 5G a mis usuarios prepagados.
7. Etc...

En este caso, el Propietario del Producto debe, con base en un análisis, elegir entre las funcionalidades que aportan mayor valor a la empresa, que son las primeras a trabajarse en el Programa Incremental. En el ejemplo anterior, podría ser que la funcionalidad (1) está por encima de la (5) porque generalmente los operadores móviles (al igual que los fijos) restringen la velocidad de los puntos de acceso a unos 5Mbps o 10Mbps. Entonces el acceso a 5G para un producto de la funcionalidad (5) es menos visible y apreciable que para uno de la funcionalidad (1), además de que éstos tienden a ser muchos más suscriptores.

### Breve descripción de algunos conceptos mencionados en las funcionalidades:

El mercado móvil en México es muy dinámico, y generalmente los operadores de telecomunicaciones segmentan a los suscriptores por algunas características con base en el servicio que adquieren. Algunos ejemplos son:

- Pospago: Son suscriptores que adquieren un servicio o plan con cierta cantidad de unidades recurrentes mensuales para realizar llamadas de voz, mensajes cortos, datos para navegar en internet, entre otros servicios de valor agregado. Si el suscriptor excede las unidades otorgadas en el mes, éstas son cargadas de manera extra al monto mensual. El operador expide una factura y generalmente existe un contrato.
- Controlados: Similar al anterior, pero sin excesos en factura.
- Prepago: Estos suscriptores no tienen una renta mensual fija, sino para gozar del servicio del operador de telecomunicaciones, realizan un pago por adelantado; comúnmente se le conoce como recarga.
- Internet de las cosas: Los clientes de este servicio tienen la necesidad de conectar elementos de uso cotidiano a internet, desde bombillas o refrigeradores en un hogar hasta vehículos o maquinaria en la industria para enviarles instrucciones a través de la red inalámbrica o recopilar datos a través de sensores [51].
- Internet en casa: Este servicio es similar al ofrecido por compañías con red dirigida. Consiste en un punto de acceso o módem al cual pueden conectarse dispositivos hacia internet.

Entonces, una vez priorizadas las funcionalidades de esta manera, el Propietario del Producto genera las Historias de Usuario para que la funcionalidad sea completada. “Una historia de usuario es una explicación general e informal de una función de software escrita desde la perspectiva del usuario final. Su propósito es articular cómo proporcionará una función de software valor al cliente” [26]. El formato de su escritura es “Como [perfil], quiero [funcionalidad], para [objetivo]”. Recordemos que un usuario final es alguien que utiliza el producto o que lo opera y da soporte. Por ejemplo, tomando en cuenta la funcionalidad (1), podemos construir las siguientes Historias de Usuario:

- a) Como usuario de negocio, quiero que la única oferta pospago con acceso a la tecnología 5G sea la vigente, para incentivar la atracción de clientes y que mis suscriptores cambien a ella.
- b) Como suscriptor pospago, quiero tener acceso a la tecnología 5G para tener un mayor ancho de banda y menor latencia.
- c) Como usuario de la operación, quiero poder validar si un suscriptor tiene acceso a la tecnología 5G en mi portal de atención al cliente, para poder identificar posibles problemas y soluciones ante la llamada de un cliente.

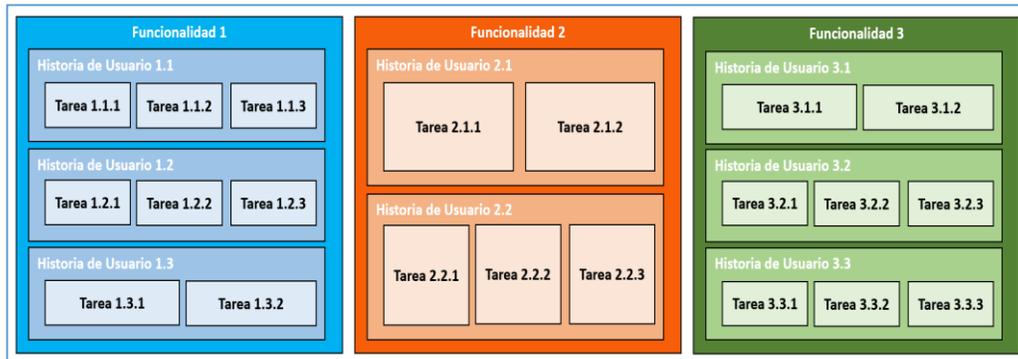
- d) Como usuario de la operación, quiero tener las herramientas necesarias para dar solución ante un problema que se suscite ante un suscriptor con acceso a la tecnología 5G, para poder atenderlo de manera más rápida y satisfactoria posible.
- e) Como suscriptor pospago, quiero tener acceso a la tecnología 5G sin tener que realizar alguna configuración, llamar a atención a clientes o ir a sucursal para tener una buena experiencia de usuario.
- f) Como científico de datos, quiero identificar a los suscriptores que van accediendo a la tecnología 5G, la cantidad de tráfico que generan y el uso de las licencias consumidas, para oportunamente proyectar su crecimiento, brindar reportes a los directivos y conocer tendencias de uso.
- g) Etc.

De igual manera que las funcionalidades descritas anteriormente, estas Historias de Usuario son priorizadas con base en un análisis por el Propietario del Producto, de tal manera que éstas sean las primeras en ser atendidas por el equipo Scrum. Por ejemplo, antes de comenzar con la inteligencia de los datos (f), es más importante poder atender a suscriptores que tienen problemas con el acceso a la tecnología 5G (c y d).

En esta ceremonia, el equipo Scrum debe generar Historias de Usuario propias o tareas para poder satisfacer aquellas que planteó el Propietario de producto. Puede que no se complete la totalidad debido a la limitante del tiempo o porque en el momento en el que se realiza, algún factor, implicación o dependencia no es visible aún. Por ejemplo, para la primer Historia de Usuario (a), el equipo de desarrollo puede proponer las siguientes tareas:

- I. Como desarrollador de CRM, quiero identificar la oferta vigente, para dar acceso a tecnología 5G solo a estos suscriptores.
- II. Como desarrollador de CRM, quiero agregar un atributo a cada suscriptor, para identificar a aquellos de los que cuentan con acceso a la tecnología 5G.
- III. Como desarrollador de sistemas de aprovisionamiento, quiero conocer qué elemento de red es el responsable del acceso a tecnología 5G, para identificar los componentes que necesitan mantenimiento.
- IV. Como desarrollador de sistemas de aprovisionamiento, quiero conocer los atributos y valores necesarios a cambiar hacia el elemento de red para aprovisionar a un suscriptor 5G.
- V. Como desarrollador de sistemas de aprovisionamiento, quiero conocer de qué manera el desarrollador de CRM me enviará la orden de aprovisionar un suscriptor 5G, para enviar el aprovisionamiento pertinente hacia el elemento de red.
- VI. Como desarrollador de BI, quiero identificar a los suscriptores de la oferta vigente, para realizar la extracción de los atributos necesarios en la ascender a la tecnología 5G.
- VII. Como desarrollador de aprovisionamiento, quiero tener un archivo o tabla transaccional, para enviar al elemento de red los suscriptores que necesitan ascender a la tecnología 5G.

- VIII. Como arquitecto de tecnología, quiero tener la proyección de suscriptores impactados, para determinar si la infraestructura y licencias con la que contamos es suficiente o se necesita adquirir o rentar.
- IX. Etc.



*Ilustración 14. Representación de funcionalidades e Historias de Usuario*

En la ilustración 17, puede observarse que una funcionalidad está compuesta por una o más Historia de Usuario, y ésta a su vez, está compuesta por tareas. Éstas son las actividades que cada desarrollador debe realizar para entregar funcionalidades completas.

Hasta ahora, he descrito el trabajo que debe realizarse en la Planeación del Programa Incremental, solamente para la funcionalidad 1 y la Historia de Usuario a, relacionada con el segmento pospago. El ejercicio debe realizarse para cada una de las funcionalidades e Historias de Usuario que necesita el Propietario del Producto, y por ello ya no las describo en este trabajo de tesis.

A pesar de esta planeación, es muy probable que no todas las Historias de Usuario y/o tareas estén consideradas; sin embargo, al avanzar el proyecto, se irán identificando y agregando, pero con base en su prioridad se irán atendiendo. Además, cada una de ellas cuenta con criterios de aceptación, con los que posteriormente podemos asegurar que la tarea está concluida.

### 3.4.2 Planeación del Sprint

El Sprint es un intervalo que puede durar desde una hasta cuatro semanas, según la guía Scrum de 2020 [24]. Un sprint comienza inmediatamente al concluir el anterior. Es aquí donde el equipo ágil convierte las ideas en valor.

En esta ceremonia, que puede durar hasta una hora, todo el equipo ágil colabora para formar las Historias de Usuario en las que estará trabajando. Se puede utilizar un tablero en el que el progreso es visible para todo el equipo. Por ejemplo, en la

Ilustración 18, tomando en consideración las tareas descritas en el tema anterior, podemos construir:

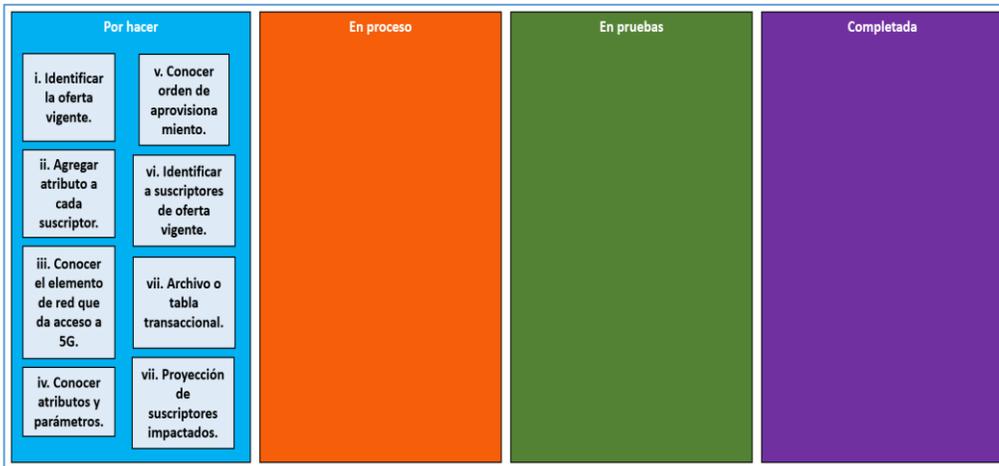


Ilustración 15. Representación de tablero

Es importante mencionar que el diseño del tablero debe corresponder con los procesos internos de la compañía, o que la compañía adapte sus procesos para trabajar con Scrum (como veremos más adelante, los procesos pueden cambiarse para no interponerse con la agilidad). Por ejemplo, si existe un área de seguridad que realiza pruebas sobre los componentes para buscar vulnerabilidades, entonces dicho proceso debe estar representado en el tablero.

Las tareas que se encuentran formadas son aquellas que el equipo ágil se compromete a concluir durante el Sprint, evitando acarrear alguna hacia el siguiente. Su asignación debe ser visible para todo el equipo ágil. Cuando el tablero esté concluido, es decir, contenga todas las tareas a las cuales el equipo se compromete a trabajar, simbólicamente los miembros pueden levantar la mano para representar el compromiso.

Una vez que el Sprint comienza, es recomendado que las tareas no cambien, pero no siempre es así. El espíritu de Scrum es adaptarse a los cambios, entonces, si el Propietario del Producto decide, por ejemplo, que la prioridad no sea el segmento Pospago, sino el Prepago tal vez porque existe un cambio en el mercado, entonces las tareas pueden cambiarse si es que todos lo acuerdan.

Las Historias de Usuario y tareas deben ser trabajadas durante el horario laboral, evitando hacerlo fuera de éste o que el equipo se encuentre sobrado de tiempo. Es decir, que la cantidad de tareas formadas sean concluidas exactamente o lo más cercano al término del Sprint. Entonces, ¿cómo saber cuántas tareas puede formar el equipo ágil?

Bajo el marco de la agilidad e Historias de Usuario, diversas fuentes recomiendan utilizar estimación con puntos de historia, debido a que fomentan el trabajo en equipo, la comunicación, socialización y son sencillos de utilizar. Su principal inconveniente, como detallaré más adelante, es que es una “medida” ambigua y que depende principalmente de la experiencia y habilidades del desarrollador.

Por lo que también propongo el uso de puntos funcionales para realizar estimaciones, en particular el estándar COSMIC (ISO/IEC 19761), cuya medición es independiente de cuestiones subjetivas y comparable.

#### *3.4.2.1 Puntos de Historia*

Es un ejercicio colaborativo en el que participa todo el equipo de desarrolladores para estimar el tamaño de una tarea, tomando en cuenta la complejidad, volumen e incertidumbre [27]. Se puede utilizar una mecánica en la que alternadamente cada miembro lee una tarea con sus criterios de aceptación, dar algunos segundos para que cada miembro la valore y estime para posteriormente, al mismo tiempo, todos revelar su estimación.

En caso de que todos o casi todos, incluido el responsable de la historia, hayan estimado de la misma manera, entonces se considera ese valor. En caso contrario, debe existir la comunicación y socialización para acordar una “medida”. Finalmente, el valor acordado será el tamaño de la tarea.

Los valores que se utilizan generalmente para esta estimación pertenecen a una serie de Fibonacci, en un rango de 1 a 100, donde el primero es la tarea más sencilla y el segundo es aquella que es prácticamente imposible de realizar con las condiciones conocidas. Se pueden utilizar algunas analogías para hacer la estimación más dinámica, como:

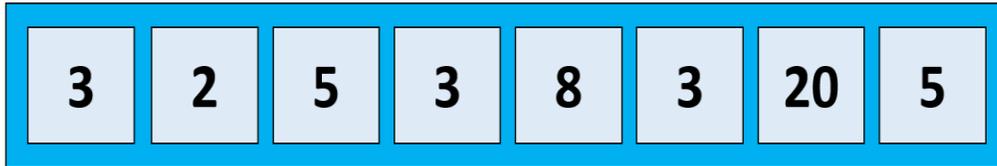
- Tamaño de animales: 1-pollo, 2-gato, 3-perro, 5-caballo, 8-cocodrilo, 13-hipopótamo, 20-jirafa, 40-elefante, 100-ballena.
- Vehículos: 1-patineta, 2-bicicleta, 3-motocicleta, 5-automóvil, 8-camioneta, 13-camión, 20-tren, 40-avión, 100-cohete.
- Altura de edificios: 1-habitación, 2-casa, 3-departamentos, 5-hotel, 8-biblioteca central, 13-Torre Latinoamericana, 20-Torre Reforma, 40-CN Tower, 100-Burj Khalifa.

Es recomendable que se acuerde por el equipo ágil un umbral que signifique que la tarea no es lo suficientemente pequeña para ser desarrollada en el Sprint; de esta manera, el equipo procede a descomponerla en dos o más y se vuelve a estimar.

Si tomamos la segunda Historia de Usuario como ejemplo, tenemos:

- II. Como desarrollador de CRM, quiero agregar un atributo a cada suscriptor, para identificar a aquellos de los que cuentan con acceso a la tecnología 5G.

Suponiendo que el equipo Scrum está conformado por ocho integrantes, y que el umbral que no debe ser excedido es 13 (Una HU de mayor estimación, debería ser dividida). entonces un miembro va a leer la oración, se dan unos 10 segundos para que cada miembro considere la complejidad de la tarea y al término de este lapso, todos revelan el valor que estimaron:



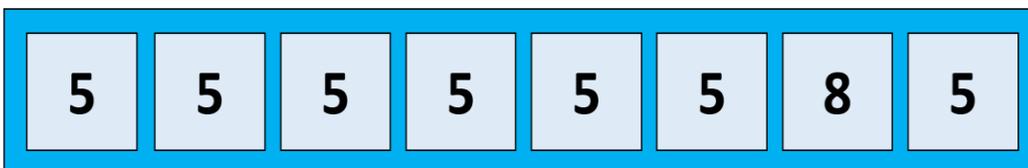
*Ilustración 16. Ejemplo de votación de puntos de Historia de Usuario inicial*

Si el voto de todo el equipo o la mayoría fuera similar, se consideraría que ese es el tamaño. En este ejemplo, podemos observar que cada miembro observa la complejidad de la tarea de manera diferente. Tal vez el que votó con una estimación de 2:

- Realmente conoce que el mantenimiento a realizar en el Software es muy sencillo, o
- Tal vez desconoce totalmente el sistema e ignora la complejidad, pero le pareció muy fácil de realizarlo.

Exactamente lo mismo ocurre con la valoración de 20 puntos, podría deberse a que conoce el componente muy bien y sabe que el cambio es complejo, o que lo ignora y le pareció un cambio complejo.

Aquí es donde entra la socialización y comunicación que describí al inicio de este tema. Quien va a realizar el cambio en el código del componente, debe explicar su voto de tal manera que intente convencer a los demás integrantes por cambiar su voto. Otro colaborador podría argumentar lo contrario, al comentar que tal vez no ha visto algún impacto que no ha sido considerado. Entonces, se realiza nuevamente una votación como puede ser la Ilustración 20:



*Ilustración 17. Ejemplo de segunda votación con puntos de historia*

Después de exponer los motivos del voto, el equipo decide que el tamaño de la tarea corresponde con 5. Si el tamaño acordado llega a rebasar el umbral que el equipo acordó, significa que el equipo Scrum ve que la tarea es demasiado compleja y por lo tanto debería ser dividida. Si esto ocurre, cada una de las nuevas Historias de Usuario debe ser estimada.

Cabe resaltar que queda expuesta una ambigüedad y subjetividad. Si esta misma tarea fuera estimada por otro equipo Scrum o exactamente los mismos miembros, pero en una temporada diferente, digamos de mucho estrés por algún problema en la operación o si alguien está pasando por un problema personal o anímico, sería muy probable que el tamaño acordado sea diferente.

Ventajas:

- Es una estrategia sencilla y rápida, que permite la colaboración y comunicación entre el equipo.
- Todos los miembros del equipo conocen las actividades a realizar y complejidad.
- Ayuda a identificar tareas que deben ser divididas.
- Todos adquieren el compromiso de completar las tareas.

Desventajas:

- Como se puede notar, en los párrafos hice énfasis en “medida”, debido a que este método no otorga alguna medida porque es algo subjetivo (nadie discute si una pista es de 100 metros una vez que ha sido medida).
- Depende de la experiencia y habilidad del equipo; un participante junior puede estimar en 20 una tarea que alguien con experiencia haría con 3 puntos, por ejemplo. O también podría estimar una tarea con 3 puntos cuando en realidad eran 20.
- Al ser subjetivo, no entrega alguna métrica que pueda utilizarse en la organización.

#### *3.4.2.2 Puntos Funcionales*

COSMIC (Common Software Measurement International Consortium) [28] es el único método de medición funcional para medir aplicaciones de software de negocios, aplicaciones en tiempo real y la combinación de ambos. Se centra en la funcionalidad que puede ser medida de manera confiable. Habiendo realizado diversos ejercicios de medición en proyectos dentro de una organización, puede comenzar a estimarse el esfuerzo y costo con fórmulas como regresión lineal o inteligencia artificial.

La unidad de medida son los puntos de función COSMIC (CFP), y puede utilizarse para medir tanto requerimientos funcionales como no funcionales. Para ello, puede partirse de cualquier artefacto de requerimientos que se utilice en la organización.

Utilizando COSMIC en SCRUM es posible utilizarlo en tres de las ceremonias [29]:

- Planeación del Programa Incremental: En esta etapa, se tienen los requerimientos a alto nivel, por lo que puede utilizarse una aproximación y posteriormente determinar el tamaño. A medida que los Sprints comiencen a ejecutarse, las aproximaciones pueden actualizarse [29].
- Planeación del Sprint: En esta etapa, las actividades que deben cumplirse en este lapso son formadas; pueden tomarse las aproximaciones realizadas anteriormente y actualizarse, pero prácticamente al inicio, porque de no ser así, no serán de utilidad [29].
- Scrum diario: Dado que el objetivo es reportar las actividades diarias e impedimentos, no se recomienda medir en esta fase, pero sí en caso de haber cambios; es decir, si el Propietario del Producto necesita sustituir las actividades en un Sprint en curso, puede valerse de las estimaciones [29].

La actividad esencial es identificar cada proceso funcional y cómo se relaciona con otros procesos funcionales, contando cada uno de los siguientes movimientos de datos:

- Entrada: Es un movimiento de datos desde un usuario funcional (usuario final u otro proceso) ante un evento disparador hacia el proceso de estudio.
- Salida: Es el movimiento de datos desde el proceso de estudio hacia otro usuario funcional.
- Escritura: Es el movimiento de datos desde el proceso de estudio hacia un almacenamiento persistente, como archivo o base de datos.
- Lectura: Es el movimiento de datos desde un almacenamiento persistente hacia el proceso de estudio.

Como cualquier proceso tiene algún evento que dispare su funcionamiento y genera alguna salida hacia algún proceso funcional o almacenamiento, entonces el tamaño mínimo que puede medirse es 2 CFP, pero no existe un límite superior. El tamaño de la pieza de software o proceso será la suma de todos los movimientos de datos que éste realiza.

Para notar la diferencia con los puntos de historia, tomamos la misma Historia de Usuario como ejemplo, entonces:

- II. Como desarrollador de CRM, quiero agregar un atributo a cada suscriptor, para identificar aquellos que cuentan con acceso a la tecnología 5G.

Podemos notar en primera instancia que se trata de un requerimiento funcional o FUR (marcar a suscriptores con acceso a 5G). Entonces debe existir un mecanismo de entrada que podría ser un ejecutivo de ventas, o tal vez un archivo o una base de datos que indique los suscriptores que cuentan con el acceso y un evento disparador para realizar el abanderamiento.

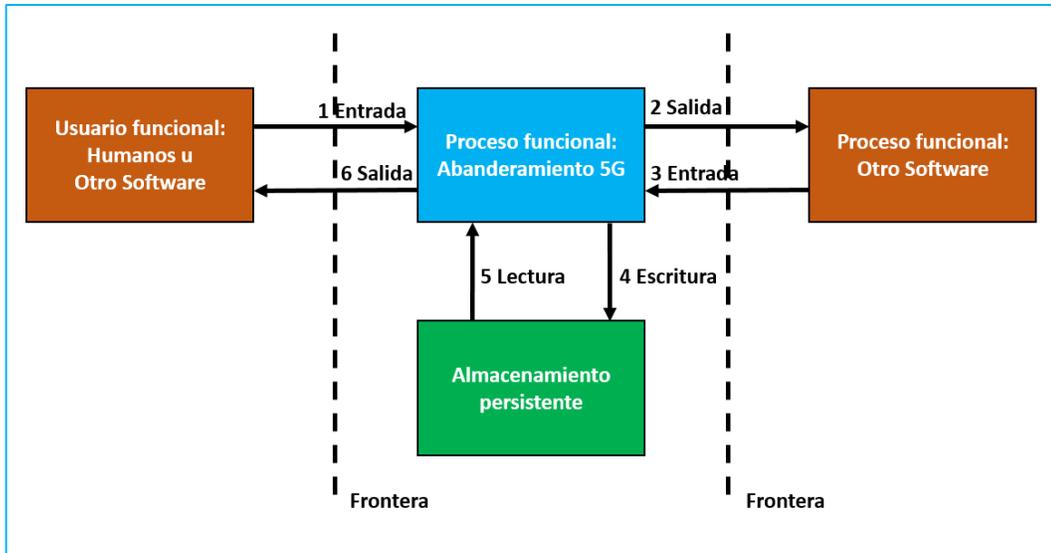


Ilustración 18. Proceso funcional de abanderamiento 5G

Con base en la ilustración 21, podemos marcar con azul el proceso funcional del cual necesitamos conocer el tamaño de la Historia de Usuario:

1. Al recibir una entrada desde otro proceso funcional, que puede ser una acción humana u otro Software, se desencadena el evento de abanderamiento de 5G.
2. Envía hacia un tercer proceso funcional un grupo de datos, tal vez para obtener información faltante necesaria o hacer alguna validación.
3. El proceso espera una respuesta con la información faltante.
4. El proceso de abanderamiento envía la escritura hacia el almacenamiento persistente.
5. El resultado de la operación en el almacenamiento persistente, ya sea exitoso o fallido, se envía hacia el usuario funcional sin modificación. Los errores de Sistema Operativo o de Manejador de Bases de Datos, no suman 1 CFP.
6. La respuesta se envía de vuelta hacia el Usuario funcional que desencadenó el evento.

Una vez identificados los movimientos de datos del proceso funcional de abanderamiento de 5G, la medida de la pieza de Software es la suma de los mismos como se mencionó anteriormente. En este ejemplo, se trata de 5 CFP. Como puede observarse, no se utilizó juicio de experto o alguna ambigüedad en la medición.

Con esta métrica eventualmente pueden obtenerse estimaciones acertadas para cambios en piezas de Software o nuevos, así como sobre la tecnología en la que se está desarrollando dentro de la organización, sobre el costo económico y esfuerzo de cualquier funcionalidad, utilizando regresión lineal o inteligencia artificial.

Ventajas:

- El método COSMIC entrega una medida exacta si se tienen los artefactos completos (por ejemplo, Historias de Usuario) o una aproximación.
- Entrega medidas reales a la organización, que pueden utilizarse para estimaciones de esfuerzo y costo para proyectos futuros.
- Eventualmente, a través de esta medida, pueden obtenerse KPIs que funcionen para toda la organización.
- En caso de que no existan los artefactos de requerimientos completos, el tamaño funcional COSMIC puede aproximarse.
- No depende de la experiencia del equipo Scrum.

Desventajas:

- El medir las piezas de software a trabajar puede resultar en una actividad tardada, aunque eventualmente puede ser más rápido cuando se tiene experiencia.
- Requiere capacitación de los equipos ágiles inicialmente.

### 3.4.3 Scrum diario

El objetivo de esta ceremonia es reportar los avances que se alcanzaron el día previo e informar si se tiene algún inconveniente para continuar con las actividades durante el día en curso. Es una sesión que el marco Scrum recomienda que no dure más de 15 minutos; es una buena práctica vigilar que no se exceda este tiempo. Inclusive suele recibir el nombre “standup” (ponerse de pie), refiriéndose a que la ceremonia debe ser corta.

Cada uno de los miembros del equipo ágil debe participar. Mediante alguna manera que el equipo u organización acuerde, para mantener el enfoque y autogestión. Por ejemplo, el equipo puede responder estas tres preguntas de manera breve y concisa:

- ¿Qué hice ayer?
- ¿Qué haré hoy?
- ¿Tengo algún impedimento?

La función del Scrum Master es gestionar que la ceremonia no pierda su objetivo, así como tomar nota de los impedimentos que los miembros del equipo reportan y removerlos. En caso de que existan dudas entre los participantes y no puedan ser resueltas en este intervalo, entonces deberán resolverlas en alguna otra sesión.

Una parte fundamental es que se debe fomentar que el equipo sea autogestionado; es decir, si un desarrollador necesita tener una llamada o reunión con algún otro miembro del equipo o de otro equipo, ellos mismos deben impulsar que se lleve a cabo. No es responsabilidad del Scrum Master gestionar este tipo de comunicaciones.

Es necesaria la acción del Scrum Master solamente cuando un desarrollador se tope con un impedimento; por ejemplo, si una junta se ha pospuesto varias veces, alguna persona no responde a las peticiones que se le hacen como respuestas por correo electrónico, algún proceso se encuentra en pausa por algún motivo, etc., entonces el miembro del equipo Scrum lo comunica en el Scrum diario.

Una organización de Telecomunicaciones generalmente tiene varios proveedores de productos y servicios. Como mencioné al inicio del capítulo, es posible y recomendable que dichos proveedores participen activamente en las ceremonias, especialmente en el Scrum diario y cuando los desarrolladores identifiquen impacto en sistemas de algún proveedor. Si el proveedor no trabaja con este marco de agilidad o es costoso que ellos se sumen a esta estrategia, entonces al menos el equipo Scrum debe conocer los hitos con los que el tercero estará aportando entregas de software.

A medida que cada uno de los miembros del equipo Scrum atiende las responsabilidades con las que se comprometió durante la Planeación del Sprint, las tareas que va ejecutando van fluyendo en el tablero de izquierda a derecha. Por ejemplo, en nuestro caso de estudio, si tres desarrolladores estuvieran trabajando en el equipo, lo esperado es que cada uno de ellos esté ejecutando solamente una tarea a la vez, por lo que el tablero podría mostrarse al inicio de la siguiente manera (Ilustración 22 y 23):

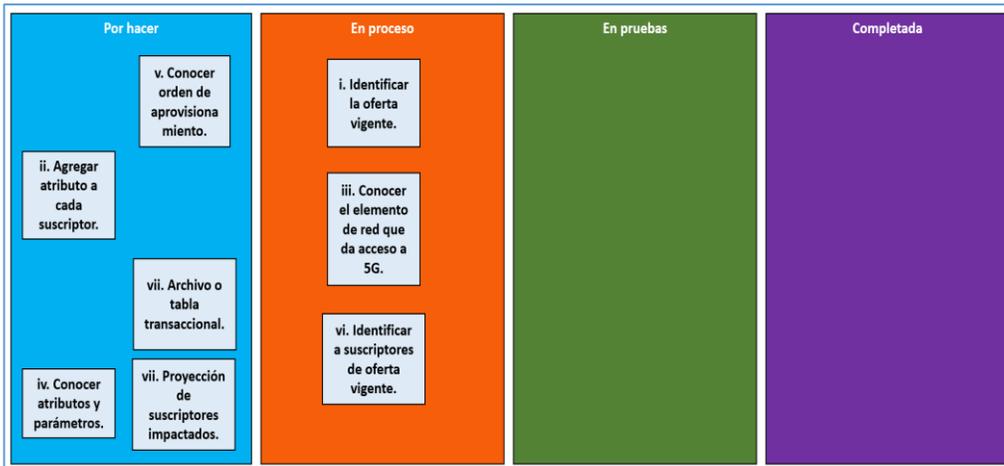


Ilustración 19. Tablero al inicio del Sprint

Eventualmente, cuando el equipo completa tareas a lo largo del Sprint, las tareas deben continuar fluyendo en cada uno de los procesos hacia la derecha:

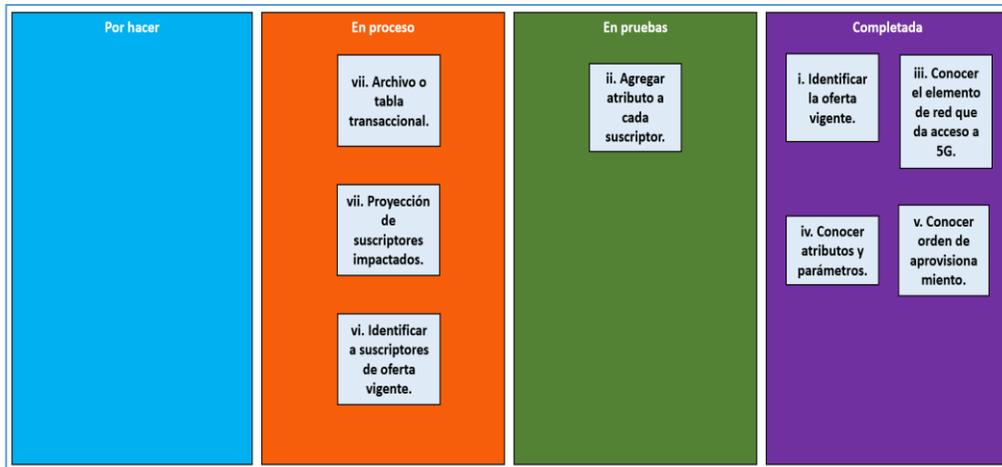


Ilustración 20. Representación del tablero con tareas avanzadas.

Al final del Sprint lo esperado es que todas las tareas estén en el estado de completado. Es por ello por lo que es importante una adecuada estimación en las tareas que trabajará el equipo ágil, ya sea utilizando los Puntos de Historia como indica el marco de agilidad o con Puntos Funcionales, que como se revisó anteriormente, estos últimos son los únicos que no son ambiguos y pueden obtenerse métricas de ellos.

Aun así, el escenario más común es que no todas las tareas se completen durante el Sprint. En este caso, el desarrollador debe comprometerse con el Propietario del Producto para mover la tarea incompleta hacia el siguiente Sprint, donde debe formarse con nuevas tareas de todo el equipo Scrum y ser priorizadas.

El otro escenario es que el equipo o algún miembro del equipo concluya las tareas antes del término del Sprint, en cuyo caso podrían colaborar para completar las que continúan en curso o en otro caso agregar tareas que están formadas a ejecutarse en el siguiente.

#### 3.4.4 Revisión del Sprint

Esta ceremonia se realiza al final de cada Sprint. El objetivo es mostrar al Propietario del Producto y a las personas interesadas el avance que cada miembro del equipo alcanzó durante el Sprint. Para ello puede valerse de diversos mecanismos, desde mostrar una terminal con la ejecución de algún proceso o script hasta una aplicación funcionando; esto podría mostrarse en una computadora local, en ambiente de pruebas o en producción, dependiendo del alcance y avance comprometido al inicio del Sprint.

Cualquier compañía de tecnología debe contar con diversos ambientes para instalar los componentes de Software. En particular, es necesario que los operadores de telecomunicaciones cuenten con ambientes de desarrollo y de pruebas, donde los componentes deben ser instalados antes de liberar cualquier cambio a producción

[30]. Se puede observar un bosquejo del flujo de los componentes a través de los diversos ambientes en la Ilustración 25:

- Ambiente de desarrollo: se utiliza para integrar el código de los diferentes componentes del equipo Scrum de programación, así como todas sus dependencias como lenguajes, bibliotecas, frameworks, bases de datos, etc. En este ambiente, los desarrolladores pueden instalar y desinstalar libremente los componentes y ejecutar scripts [30].
- Ambiente de pruebas: en este ambiente se instalan las versiones estables de los componentes para que los equipos de pruebas realicen las validaciones de calidad pertinentes, por ejemplo, de funcionalidad, usabilidad, desempeño, seguridad, etc. El ambiente de pruebas puede, dependiendo de la cantidad de proyectos en ejecución de la compañía, constar más de un clúster, en cada uno de los cuales se ejecutan pruebas de diferentes proyectos, hasta un ambiente preproductivo, que cuenta con las mismas características de Hardware y Software que el operativo, en donde se valida la convivencia con otras aplicaciones, actualizaciones, carga, etc. [30]
- Ambiente productivo: es el espacio en donde los componentes y scripts operan con los usuarios finales. Para un operador de telecomunicaciones, los sistemas productivos deben estar disponibles el mayor tiempo posible [30].

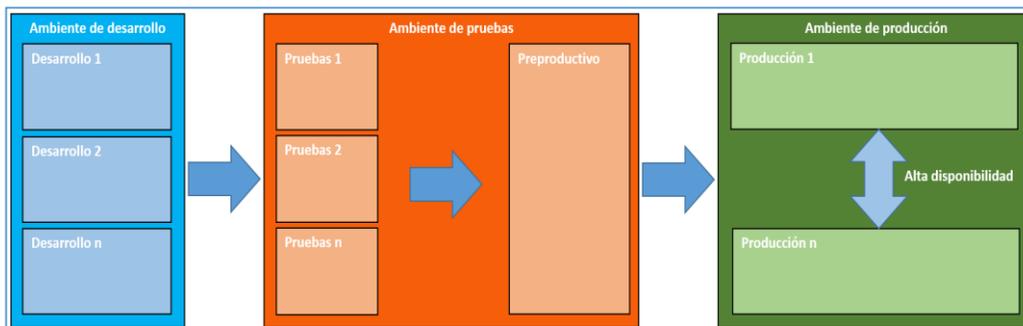


Ilustración 21. Representación de flujo de componentes en los ambientes

Otro mecanismo puede ser un video, de tal manera que sea apreciable la funcionalidad trabajada. Por lo tanto, dependiendo de la duración del Sprint, el lapso de esta ceremonia puede ser de a lo más cuatro horas para aquellos Sprints largos, y una duración menor para los demás.

De esta manera el Propietario del Producto, así como las personas involucradas, pueden detectar si lo que el equipo Scrum está construyendo es lo deseado. En caso de que no lo sea, pueden pedirse cambios. Recordemos que la duración del Sprint es relativamente corta, por lo que dichos cambios se forman como Historias de Usuario nuevas y compiten con las demás para ser priorizadas y atendidas.

### 3.4.5 Retrospectiva del Sprint

Esta ceremonia tiene el propósito de planificar formas de aumentar la calidad y eficacia; es decir, buscar formas de alcanzar los objetivos deseados [24].

La guía Scrum recomienda que tenga una duración de tres horas para un Sprint que dura cuatro semanas; en caso de que sea un lapso menor, entonces se puede reducir el tiempo. En este evento el equipo participa de manera dinámica para identificar las situaciones que [31]:

- Favorecieron el alcanzar la meta o qué salió bien.
- Detuvieron el avance del desarrollo o que no salió tan bien.
- ¿Cómo podemos mejorar?

El objetivo es que, al finalizar, el equipo tenga claro los problemas que cada uno tuvo durante el Sprint y que todos decidan qué acciones tomar para el siguiente. Estas acciones pueden ser personales para cada miembro, pero también puede generarse Historias de Usuario para que exista uno o varios responsables de ejecutarlas.

Uno de los problemas de esta dinámica es que algunos de los miembros del equipo Scrum consideren que no tiene relevancia o importancia; en ese sentido, pueden mostrar apatía, desinterés o simplemente no contribuir o participar. Es responsabilidad del Scrum Master lograr que exista el mayor interés y participación. Para ello, puede valerse de algunas técnicas, por ejemplo:

- Metáforas para fomentar la empatía. Tal vez algunos de los miembros del equipo comparten gustos o actividades en común; utilizando esto, podrían utilizarse metáforas como se muestra en la Ilustración 26:
  - Un velero: ¿Cuáles fueron los vientos que impulsaron el vehículo para alcanzar la costa? ¿Cuál fue el ancla que nos detuvo? ¿Qué cambios se le pueden realizar para avanzar más rápido?
  - Equipo de fútbol o basquetbol: Como el equipo es autosuficiente y autogestionado, en el equipo Scrum está compuesto de diferentes roles, como desarrolladores, diseñadores o pruebas. Como en el deporte, los miembros pueden identificar si están participando en diferentes posiciones y cómo pueden colaborar para alcanzar las metas.
  - EL cuento del lobo y los tres cerditos: “El primer cerdito construyó su casa de paja, el segundo de madera y el tercero de tabiques”. Esta analogía ayuda muy bien para analizar el estado de la construcción actual del proyecto. Pueden hacerse preguntas como: ¿cuál es el riesgo de que se rompa? ¿qué necesita más trabajo? ¿cuál es la casa de tabiques?
  - Etc.



*Ilustración 22. Diversas mecánicas de participación*

- Preguntas para “romper el hielo” o la tensión. Los equipos tienen retrospectivas efectivas si se sienten psicológicamente seguros. En la medida en el equipo Scrum se sienta cómodo expresando lo que salió bien y lo que pudo haber salido mejor, se obtiene mayor participación. Un aspecto importante es que los gerentes o líderes de los participantes no deben estar presentes. Existen algunos consejos para este tipo de preguntas, como pueden ser:
  - Fomentar la expresión propia.
  - Puede ser contestado por cualquiera.
  - Construye un contexto personal.

Se debe evitar tener respuestas correctas e incorrectas o hacer sentir a los participantes como inadecuados. Algunos ejemplos de preguntas iniciales pueden ser:

- En tu camino al trabajo, ¿podrían mencionar algo que atrajo su atención?
  - ¿Qué buen consejo han recibido últimamente?
  - ¿Qué es algo normal en el lugar donde vives, pero podría ser extraño fuera de él?
  - Si estuvieras cocinando para el equipo, ¿qué prepararías?
  - Etc.
- Otro aspecto importante es que el Scrum Master no deje que la retrospectiva se convierta en un festival de quejas. Tampoco debe mostrarse 100% optimista, sino generar un balance entre lo positivo y lo negativo. Por ejemplo, notar cuando alguien está culpando a otros compañeros o circunstancias sin tomar

responsabilidad. De igual manera, propiciar que sugieran la manera de solucionarlo: ¿qué habrías hecho diferente?

- Utilizar herramientas para hacer visible la retrospectiva: esto puede lograrse a través de un tablero en alguna aplicación web o formato preparado para colocar las respuestas y propuestas de cada uno de los miembros del equipo Scrum; en caso de ser presencial, pueden utilizarse un tablero y tarjetas.

Con base en los comentarios recopilados por todo el equipo, algunos puntos pueden ser resueltos internamente. Como se mencionó al inicio, algunas acciones pueden tomarse como Historias de Usuario y ser consideradas en el siguiente Sprint. Inclusive, el Scrum Master puede llevarlas a otros equipos ajenos a el equipo ágil e inclusive proponer cambios en los procesos de la compañía.

#### 3.4.6 El Programa Incremental cero

El Programa Incremental cero es un periodo cuyo inicio no está necesariamente alineado con los demás Programas Incrementales, pero se recomienda que su término sí, para que la construcción de las funcionalidades comience inmediatamente al concluir esta etapa. El objetivo es realizar la concepción de un requerimiento.

Como ya mencioné anteriormente, en la ceremonia de “Planeación del Programa Incremental”, el Propietario del Producto expone las funcionalidades que necesita al equipo Scrum. Pero, ¿cómo formar el equipo adecuado para exponer las funcionalidades? Es decir, en ocasiones algunos desarrolladores son especialistas en ciertos componentes por diversas razones, como puede ser la tecnología, el lenguaje, las reglas de negocio o porque ellos mismos lo construyeron. En estos casos, el equipo Scrum debe ser seleccionado adecuadamente para atender las funcionalidades.

La manera en la que se construye el equipo Scrum es una de las salidas del Programa Incremental cero. El usuario tiene idea de lo que necesita, con base en el análisis de datos de la empresa o de para competir con otros operadores en el mercado; en algunos casos también puede ser una necesidad regulatoria. Sin embargo, no conoce el o los sistemas impactados. Entonces el usuario puede solicitar la participación uno o más arquitectos, con el objetivo de:

- Entender la necesidad u oportunidad del negocio.
- Apoyar al usuario a acotar la necesidad.
- Determinar el alcance de las funcionalidades.
- Estimar el tiempo y costo.

Como en este punto aún no se conoce si el proyecto es viable, es importante documentarlo en un caso de negocio [32], al mismo tiempo que el arquitecto prototipa los impactos en los sistemas. El caso de negocio debe contener al menos:

- Resumen ejecutivo.

- Definición del problema.
- Resultados previstos.
- Justificación.
- Personas interesadas.
- Metas y objetivos.
- Supuestos.
- Restricciones y limitaciones.
- Análisis costo-beneficio.
- Exploración de otras alternativas, incluido permanecer en el estado actual.

Los últimos dos puntos son muy importantes, debido a que son dos puntos en los que los directivos se basarán para determinar si la iniciativa continúa o no sobre otros proyectos para competir.

En nuestro caso de estudio, para la implementación de 5G en una empresa de telecomunicaciones, debe contener el análisis de mantenerse en el estado actual, documentando las implicaciones de permanecer con la tecnología 4G LTE, tales como:

- Perder en la tendencia mundial de evolución de tecnología celular.
- Rezago tecnológico.
- Mantenerse detrás de la competencia nacional con otras compañías celulares.
- Pérdida de suscriptores en caso de no implementarla.

Así mismo, algunos beneficios pueden ser:

- Mantenerse en la tendencia mundial y nacional en tecnología celular.
- En caso de implementarse antes de los competidores, incrementar el número de suscriptores.
- Monetización de la tecnología 5G.
- Apertura de diversas tecnologías con base en velocidades de navegación mayores y menor latencia.
- Redes privadas móviles.
- Servicio en zonas de alta densidad de población/dispositivos.

También debe incluir los costos asociados con el proyecto, que abarca desde desarrollos internos, adquisiciones en infraestructura o tecnología, así como productos o servicios con proveedores. El costo depende evidentemente de la arquitectura propia del operador de telecomunicaciones, por ejemplo, si tiene sistemas con alta disponibilidad, implica redundancia, por lo que los costos serían mayores. De igual manera, si la mayoría de los desarrollos son internos o si existe la dependencia de un proveedor de software o tecnología, los costos serán mayores.

Si a nivel directivo el proyecto es elegido para ser implementado, entonces como resultado de este Programa incremental cero:

- Se identifican las funcionalidades a solicitar.

- Se conoce(n) el (los) sistema(s) impactado(s).
- Los desarrolladores que deben ser incluidos en el equipo Scrum.
- Documentación del impacto.
- Se identifica la necesidad de adquirir productos y/o servicios.
- Estimación de tiempo y costo.

Con estos puntos conseguidos, entonces está listo el inicio del proyecto en el siguiente Programa Incremental (descrito anteriormente).

### 3.4.7 Demostración del Programa Incremental

Esta ceremonia se realiza al final de cada Programa Incremental. El objetivo es que cada equipo Scrum que desarrolló funcionalidades en dicho periodo, muestren el valor que han generado para la organización para todas las personas interesadas y otros equipos. Su duración puede ser variable dependiendo de la cantidad de equipos, pero se recomienda que cada uno tenga una duración de 15 a 30 minutos.

La presentación puede realizarla cualquier miembro del equipo, pero debe tener contexto completo del contexto y necesidad que resuelven, así como de la información de la inversión en el proyecto y los beneficios que han logrado. Recordemos que como se realiza al final del Programa Incremental, puede ocurrir que algunas funcionalidades se encuentran en el proceso de fluir a ambiente de producción, por lo que el producto podría no estar completado al 100% en este punto.

La agenda que el equipo debe cumplir es:

- Presentación de los miembros del equipo Scrum.
- Dar el contexto sobre el proyecto.
- Funcionalidades que fueron requeridas y comprometidas en el PI.
- Funcionalidades que fueron completadas y pendientes de liberarse.
- Demostración de las funcionalidades. Esto puede ser a través de una demostración en vivo de las funcionalidades, como una página web, una compra, un flujo de activación, emisión de una factura, demostración de velocidad al hacer uso de la tecnología 5G, etc. También puede tratarse de un video pregrabado.
- Mostrar la inversión del proyecto. Durante el Programa Incremental, las funcionalidades solicitadas tienen consigo un costo. Éste puede incluir alguna licencia de Software, tecnología, infraestructura, pago a proveedores y desarrollos internos. El objetivo es ver el costo de las funcionalidades contra lo que ya comenzó a generar como retorno de inversión.

Por último, se recomienda dejar unos minutos de preguntas y respuestas.

Esta ceremonia es también un momento de aprendizaje donde todos tienen la oportunidad de cuestionar sobre las funcionalidades que fueron requeridas y porqué el equipo Scrum decidió hacerlo de la manera en la que lo implementaron.

Además, las personas más experimentadas sobre el marco de trabajo Scrum pueden aportar con críticas constructivas para que el equipo las tome en cuenta. Por ejemplo, algunos errores comunes que son detectables en esta ceremonia son:

- Si varias funcionalidades quedan aún pendientes en liberarse. El equipo Scrum pierde de enfoque la importancia de la entrega continua de valor.
- Si el monto de la inversión es demasiado alto respecto a lo que ha ingresado a la compañía.
- Si alguien identifica que alguna funcionalidad pudo haber sido realizada de manera más simple o barata.
- Que a pesar de que el equipo utilizó las ceremonias de Scrum, la manera de desarrollar no fue iterativa o apegada al marco de trabajo Scrum, sino se asemeja a un desarrollo tradicional en cascada.

#### 3.4.8 Manejo de deuda técnica

Dentro de agilidad y scrum, la deuda técnica debe ser acordada por todo el equipo (incluido el negocio) dentro de cada sprint, donde todos asumen la responsabilidad. Éstas deben ser resueltas y pagadas a modo de nuevas historias de usuario para el siguiente sprint o para cuando se priorice, dentro de la capacidad del equipo; es decir, no deben ser pagadas fuera del horario laboral o en días de descanso.

La deuda técnica podría definirse como el costo del trabajo adicional causado por la elección de la solución más rápida en lugar de la más efectiva. Es importante diferenciarlo del producto mínimo viable, siendo éste la planeación del producto con ciertas características, algo comercial que ya aporta valor al negocio. Mientras que la deuda técnica es tomar decisiones basadas en la velocidad ante todo. [33]

Generalmente puede atribuirse a una estrategia del negocio, porque un producto o servicio necesita salir al mercado lo más rápidamente posible, tal vez por un tema de competencia, contención, solucionar un problema operativo, etc. El negocio asume el riesgo de trabajar una o más funcionalidades que no son completadas al cien por ciento; es decir, no con todos los detalles, escenarios, estándares, buenas prácticas, seguridad, procesos o pruebas completadas. Por lo que en estos casos algunos proyectos se liberan hacia la operación con ciertas cadencias, que eventualmente deben irse subsanando o pagando. De lo contrario, si estas deudas técnicas no se trabajan, los sistemas podrían volverse vulnerables, con defectos o que se vuelvan muy difíciles de dar mantenimiento, volviendo cada vez más difícil instalar cambios, por lo que se vuelven costosos y desventajas ante la competencia:

- Impide la innovación y crecimiento.

- Se generan desconexiones entre las necesidades del negocio y eventuales mantenimientos.
- Problema de mantenimientos y escalabilidad.

Para clasificar casos de deuda técnica, existe el cuadrante de deuda técnica de Martin Fowler [33]:

	<b>Imprudente</b>	<b>Prudente</b>
<b>Deliberada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nos falta tiempo para diseñar.</li> <li>• Falta de tiempo/presupuesto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Después lidiaremos con esto.</li> <li>• Priorización de una entrega rápida.</li> </ul>
<b>Involuntaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No sabemos cómo.</li> <li>• Falta de cualificación.</li> <li>• Documentación insuficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahora ya sabemos cómo se hace.</li> <li>• Aprendizaje de errores.</li> </ul>

Entonces, durante el proceso de planeación del PI y/o de cada sprint, se deben considerar dentro de la capacidad del equipo la atención de la deuda técnica con base en las prioridades del negocio. Es decir, para resolver las funcionalidades del negocio, lo ideal sería asignar más del 80% de la capacidad de cada desarrollador, de tal manera que puedan atenderse imprevistos, incidencias o la deuda técnica. [33]

Existen varias herramientas que pueden utilizarse para escanear código y encontrar problemas potenciales de código que pueden traducirse en deuda técnica, que buscan problemas de seguridad, código inalcanzable, falta de documentación, camel case, clases o métodos depreciados, etc.

- Sonarcloud
- Veracode
- Kiuwan

## Capítulo 4 Flujo de valor eficiente, mejora de procesos y uso práctico

En la actualidad, dentro de cualquier organización, independientemente del giro al que se dedique, cuenta con procesos para alcanzar sus objetivos. Se puede entender como un proceso a las acciones o actividades secuenciales que permiten el intercambio de información y habilidades [34].

La mejora de procesos puede definirse como “la identificación y optimización de los procedimientos y flujos de trabajo de una empresa. La finalidad es aumentar su eficiencia, reducir errores y mejorar la calidad del producto o servicio ofrecido para obtener una gestión más eficiente y una mayor satisfacción del cliente [34]”.

En algunas ocasiones existen procesos que fueron generados porque en algún momento solucionaron algún problema que se presentó, pero que dicho mecanismo ya no tiene utilidad y que en la actualidad representa un flujo ineficiente. Demasiadas reglas y controles innecesarios atentan contra la agilidad y el marco de trabajo Scrum.

### 4.1 Mejora de procesos

Como mencionamos en la parte del tablero de tareas, las columnas donde se colocan de manera visible las actividades que se encuentran en dicho estado deben corresponder con los procesos con los que la organización cuenta para desarrollo de Software y que el equipo Scrum debe cumplir para realizar entregas de valor. En los procesos están incluidos un equipo de trabajo o más, así como actividades y comunicaciones.

En nuestro caso de estudio, podemos suponer que un desarrollo de un componente para la primer Historia de Usuario descrita para 5G, tiene los siguientes procesos:

1. Cuando el equipo de desarrollo recibe la historia de usuario, debe generar tareas para cumplirla, así como tener comunicaciones con los demás miembros para encontrar colaboraciones.
2. Una vez que tenga el o los componentes impactados, debe solicitar al equipo de Control de Cambios un repositorio para versionar código y documentación.
3. El equipo de infraestructura analiza la volumetría y el pronóstico de crecimiento para determinar si la infraestructura y tecnología actual pueden soportar al componente de Software.
4. En caso de que se necesite adquirir o rentar tecnología, entonces deben generarse convenios con los proveedores.

5. Debe pasar por una serie de análisis y aprobaciones para realizar el pago por la tecnología.
6. Una vez que termine el mantenimiento al código, debe enviarlo a que sea instalado a ambientes de no productivos para que sea probado (como detallamos en “Representación de flujo de componentes en los ambientes”).
7. El equipo de pruebas analiza en qué ambiente puede ser instalado, debido a que pueden estar ocupados en otros proyectos.
8. Si fueron encontrados defectos en la funcionalidad, el equipo de pruebas debe acceder a alguna herramienta para registrar los defectos y éstos sean atendidos por el equipo Scrum.
9. Hasta que ya no se encuentren defectos o en conjunto con el Propietario del Producto se decida que no son graves, entonces el equipo Scrum puede pedir que el componente fluya hacia ambiente Preproductivo.
10. En este punto, el componente pasa por el equipo de seguridad para identificar vulnerabilidades y/o deuda técnica.
11. En caso de que no sean graves, entonces Control de Cambios lo considera para ser instalado con base en las pruebas que estén siendo ejecutadas en el ambiente Preproductivo.
12. Una vez en este ambiente, el equipo de pruebas y de la operación ejecutan pruebas adicionales.
13. Si las pruebas son satisfactorias, con base en la estrategia del negocio y prioridades respecto a otros proyectos, entonces el cambio puede ser fluido a Producción.
14. Finalmente, el componente puede entrar en un periodo de garantía en la que pueden encontrarse algunas fallas o incidencias en la operación y que éstas sean atendidas por el equipo Scrum.
15. Cuando termina el periodo de garantía, concluye el entregable del componente. En caso de que susciten problemas en la operación posteriormente, deben ser manejados de manera independiente al desarrollo inicial.

Entonces podemos identificar:

Paso	Responsable	Actividad
1	Desarrollo	Generar tareas
2	Desarrollo	Repositorios GIT
3	Control de Cambios	Generar repositorios
4	Infraestructura	Analizar tecnología, volumetría y crecimiento
5	Compras	Realizar orden de compra
6	Desarrollo	Enviar código a instalar a pruebas

7	Pruebas	Instalar en el ambiente
8	Pruebas	Ejecutar pruebas
9	Desarrollo	Enviar código a instalar a preproducción
10	Seguridad	Identificar vulnerabilidades
11	Control de cambios	Instalar en preproducción
12	Operaciones	Ejecutar pruebas en preproducción
13	Control de cambios	Instalar en producción
14	Operaciones	Monitoreo
15	Control de cambios	Cierre

*Tabla 3. Ejemplo de pasos en el proceso de liberación a Producción*

Para poder realizar un flujo eficiente en la entrega de valor, podemos analizar mediante el mapa de procesos de Makigami [35]. Donald Rumsfeld, secretario de defensa de Estados Unidos, dijo “existen cosas que sabemos que sabemos, también cosas que sabemos que no sabemos pero también cosas que no sabemos que no sabemos [35]”. Para hacer conocido lo desconocido, podemos utilizar esta técnica y mejorar procesos.

Consiste en hacer visible los equipos, sus interacciones y las actividades que realizan en cada parte. Algunos factores que debemos considerar para volver más eficientes los procesos son: [35]

- Visualizar y limitar el trabajo en progreso: Es decir, un miembro del equipo Scrum debería tener solo una tarea en progreso. No hacer tantas cosas concurrentemente.
- Abordar los cuellos de botella: ¿En qué puntos del flujo el progreso se queda pausado?
- Minimizar transferencias y dependencias: Es decir, evitar pasar tareas a personas que no estén en el equipo Scrum.
- Obtener retroalimentación lo más pronto posible: Sobre los avances en el desarrollo, pedir a el Propietario del Producto su opinión para saber si se está realizando lo solicitado.
- Trabajar en lotes pequeños: Es decir, tener Historias de Usuario y tareas pequeñas.

- Reducir el encolamiento, trabajo en espera de iniciar: Teniendo un encolamiento de tareas pequeño; esto puede lograrse también con Sprints cortos.
- Aumenta el tiempo de concentración: Encontrar la manera en la que el desarrollador del equipo Scrum pueda centrarse. Evitar estar buscando a los integrantes de manera constante en juntas.
- Actualizar políticas y prácticas heredadas que limiten el flujo: Intentar quitar reglas y prácticas que vayan contra el espíritu de la agilidad.

Considerando los puntos anteriores y nuestro caso de estudio, podemos representar las actividades en una matriz (Ilustración 27). En esta matriz se incluyen también los documentos necesarios en cada paso, con el objetivo de que sea realmente visible el esfuerzo administrativo es dedicado:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Desarrollo</b>	Generar tareas	Rep. GIT				Inst. en pruebas			Inst. en Preprod						
<b>Control de Cambios</b>			Generar Rep GIT				Inst. en amb.				Inst. en Preprod		Inst. en Prod		Cierre
<b>Infraestructura</b>				Analizar tec.											
<b>Compras</b>					Orden compra										
<b>Pruebas</b>								Ejecutar pruebas							
<b>Seguridad</b>										Buscar vulner.					
<b>Operaciones</b>												Ejecutar pruebas		Monitor	
<b>Documentos</b>															

Ilustración 23. Representación matricial de actividades

Posteriormente dibujamos las comunicaciones que tienen los equipos o personas (Ilustración 28). En este punto es recomendable utilizar dos colores. Podemos utilizar verde para indicar que es un flujo que generalmente se realiza a tiempo, es completo y casi no tiene anomalías. Mientras que el color rojo significa lo contrario; es decir, información incompleta, no correcta, generalmente es un vaivén o es retrasado.

Lo mismo hacemos para la entrega de valor; en color verde podemos marcar las actividades que entregan valor agregado y en rojo las que no. Respecto al valor agregado, las verdes deben cumplir criterios como actividades que son parte del producto (el desarrollo en sí), el cliente paga por ello o está satisfecho y son para cumplir regulaciones legales (como seguridad o almacenamiento persistente por cierto tiempo).

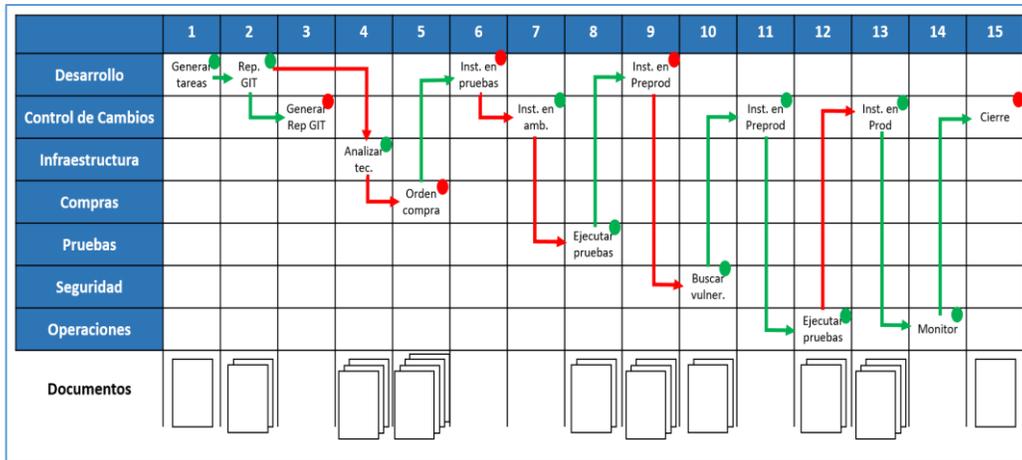


Ilustración 24. Representación matricial con flujo de comunicaciones y valor agregado

En el ejemplo del proceso de desarrollo de la Historia de Usuario 1 de 5G, el flujo entre el equipo Scrum es rápida y completa, debido a que es uno de los beneficios del método. De igual manera, cuando se confirme que la tecnología e infraestructura está completamente instalada y certificada, entonces el equipo puede instalar componentes en ella.

Sin embargo, del paso 2 al 5 se puede observar que el flujo es rojo, probablemente debido a que podría resultar complejo plasmar la necesidad de tecnología, y una vez que la necesidad es clara, emitir una orden de compra podría ser igualmente complicado, por ejemplo, porque no se cuenta con acuerdos o contratos con algún proveedor y tiene que cotizarse en el mercado, realizar procesos para importar infraestructura, etc. Nótese también que la cantidad de documentación requerida podría ser alta, tal vez porque se necesita el visto bueno de alguna persona.

Respecto a la entrega de valor agregado, para algunos puntos verdes, está claro su motivo; por ejemplo, el generar tareas entrega valor en el sentido de hacer visible el trabajo por hacer del equipo Scrum, así como la ejecución de pruebas y escaneos de vulnerabilidades.

Por otro lado, algunos puntos que no entregan valor son la generación de repositorio GIT por parte del equipo de control de cambios, porque es una actividad que toma tiempo en ejecutarse y que el mismo equipo de desarrollo puede hacerlo. Lo mismo ocurre con que el equipo de desarrollo solicite la instalación en los ambientes no productivos, debido a que a medida que se completa el flujo anterior, el mismo control de cambios puede hacerlo.

Entonces, de primera instancia, podemos observar un punto interesante. Aquellas actividades que tienen un punto rojo, así como la comunicación del mismo color, podemos pensar que se trata de actividades ineficientes que pueden mejorarse o podemos quitar. Por lo tanto, debemos continuar con el análisis.

Lo siguiente es medir los tiempos que tomó cada actividad. Agregamos filas hasta debajo de la matriz donde vamos a indicar (Ilustración 29):

- Periodo: Tiempo calendario que toma la actividad.
- Tiempo actividad: tiempo que toma realizar la actividad.
- Tiempo valor: tiempo de la actividad que aporta valor.
- Pérdida: tiempo de la actividad que no aporta valor.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Desarrollo	Generar tareas	Rep. en GIT				Inst. en pruebas			Inst. en Preprod							
Control de Cambios		Generar Rep GIT					Inst. en amb.				Inst. en Preprod		Inst. en Prod		Cierre	
Infraestructura			Analizar tec.													
Compras				Orden compra												
Pruebas							Ejecutar pruebas									
Seguridad									Buscar vulner.							
Operaciones											Ejecutar pruebas		Monitor			
Documentos																
Periodo	Día 1			Día 2	Día 3	Día 4			Día 5		Día 6		Día 7	Día 8	Día 10	4800m
Tiempo actividad	30m	30m	300m	300m	300m	180m	240m	300m	120m	240m	360m	300m	120m	960m	30m	3810m
Tiempo valor	30m	30m	10m	250m	10m	5m	120m	300m	5m	220m	120m	270m	120m	480m	10m	1980m
Pérdida	0m	0m	290m	50m	290m	175m	120m	0m	115m	20m	240m	30m	0m	480m	20m	1830m

Ilustración 25. Representación matricial con flujo de comunicaciones, valor agregado y tiempo

Suponiendo que en un día el equipo Scrum, así como los demás laboran 8 horas para realizar el trabajo, entonces podemos saber que se consumen 80 horas para 10 días, que son 4800 minutos. De igual manera, podemos proponer una duración para cada una de las actividades y comunicaciones, remarcando el tiempo efectivo y cuánto de ese tiempo se pierde.

Con base en el ejemplo del caso de estudio, podemos concluir que tenemos 4800 minutos como duración total, pero efectivamente solo 1980, que representa el 41% de eficiencia. Está claro que existe un problema. Tal vez los procesos se definieron como parte de algún estándar en algún momento, pero algunos eventualmente necesitan ser actualizados. Podemos seguir estos cuatro pasos para volver más eficiente el desarrollo:

1. Transferir actividades de valor agregado.
2. Verificar si el proceso continúa funcionando.
3. Analizar problemas y las pérdidas y formular nuevas medidas.
4. Implementar acciones de mejorar y dar seguimiento a los procesos atípicos.

Siguiendo estas acciones, entonces podemos actualizar nuestro diagrama de procesos argumentando el motivo del cambio. Por ejemplo, el equipo de desarrollo podría no

realizar la petición de instalación de los componentes en los diversos ambientes, sino el mismo equipo de pruebas o de control de cambios. Es decir, transferir estas actividades a otros equipos.

Con la matriz actualizada, se recalculan los valores de tiempo empleado para cada una de las actividades (Ilustración 30):

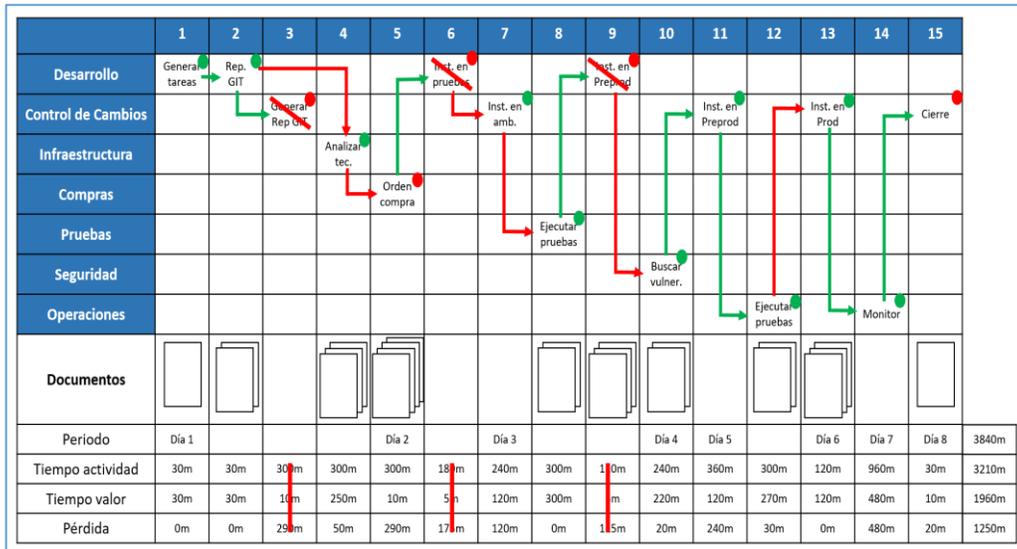


Ilustración 26. Matriz de actividades eficiente

Después de haber realizado estos cambios, inicialmente el proceso se redujo en dos días, quedando en 3840 minutos. El tiempo del proceso que aporta valor son 1960 minutos, resultando en una eficiencia del 51%.

Una vez implementados, se debe analizar que el producto final siga otorgando valor; al inicio, seguramente tomará el mismo tiempo que el proceso anterior, pero eventualmente se refinará y se verán las mejoras implementadas. Posteriormente, para aquellas partes del proceso que no pudieron ser transferidas, se necesita analizar mediante otros mecanismos el motivo por el cual no son del todo eficientes. En capítulos anteriores mencioné que el tablero de actividades debe contener los pasos por los que cada uno de los miembros del equipo Scrum debe fluir sus tareas; entonces, con base en esta búsqueda de flujo eficiente, el tablero puede cambiarse y adaptarse.

#### 4.2 Resistencia al cambio

Si una organización ha estado construyendo sus productos y servicios de Software de cierta manera a través de los años, por ejemplo, de forma tradicional o en cascada, dependiendo de los procesos y tamaño de la organización, una iniciativa o proyecto

podría tardar meses en ser entregada a ambientes productivos y empezar a generar valor, además de que no se adecúa a los cambios de un mercado tan competitivo. Es entonces que se necesitan realizar cambios para agilizar las entregas.

Cuando dentro de una organización se introducen cambios partiendo desde un estado estable, donde los colaboradores conocen los métodos y procesos, es esperado que existan reacciones que estén a favor o en contra [36]. Es difícil identificar las reacciones en contra y mucho más el poder cuantificarlas, porque involucra cambios de ánimo y cada colaborador tiene sus propias necesidades e intereses.

El hecho de que la organización se mantenga estable les da seguridad a las personas, y cuando se pone en peligro dicha seguridad, entonces crean una barrera para intentar impedirlo. Esta resistencia puede ser definida como “un gran obstáculo a la ejecución de nuevas políticas, metas o métodos de operación por los miembros de la organización” . [37]

Entonces la organización que necesita cambiar el esquema en el que se ha trabajado por años hacia uno que puede entregar mejores resultados, puede resultar en que los colaboradores se resistan a adoptarlo. Dependiendo de cada organización, deben tomarse algunas medidas para intentar reducir sus efectos.

Uno de los puntos más importantes es que los miembros directivos sean los primeros en entender la necesidad del cambio, aceptarlo, y contribuir a que se realice. Si los colaboradores no están de acuerdo en dejar las prácticas anteriores, voltearán inmediatamente a ver si sus jefes si lo hacen. Si detectan que sus superiores no están convencidos de realizar el cambio, o detectan que no están seguros o sus acciones demuestran lo contrario, entonces la resistencia al cambio será mayor. Esto quiere decir que el cambio debe venir guiado por sus valores, misión y visión.

Por ejemplo, podría hablarse de la resistencia que existió al aceptar las primeras computadoras dentro de la industria; tal vez algunos pensaron que serían desplazados por esta tecnología y que perderían sus empleos. Entonces es importante identificar este tipo de conductas, por ejemplo, algún colaborador podría comenzar a no presentarse a las ceremonias de Scrum o inclusive reportarse como enfermo; simplemente podría no participar.

Otro punto es canalizar el problema raíz, de tal manera de hacer visible la necesidad del cambio tradicional a ágil a través de experiencias en proyectos realizados; es decir, es más fácil convencer de realizar el cambio si los colaboradores, gerentes y directivos tienen ejemplos claros de proyectos que no son exitosos en cuanto tiempo, alcance y costo.

Podría pensarse también en algunas estrategias para implementar el cambio. Por ejemplo, una vez que los directivos han sido convencidos de la necesidad, podría comenzarse con un grupo reducido de colaboradores y un proyecto que cumpla con ciertas características para ser implementado de manera eficiente con Scrum. Estas ciertas características podrían ser que se necesiten mantenimientos de Software en varios componentes diferentes, se identifique que los requerimientos pueden cambiar

de un momento a otro o que los requerimientos iniciales no estén cerrados al 100%, que no dependa de procesos fuera del alcance del equipo (como adquisición de tecnología o infraestructura), etc.

De esta manera, obviamente teniendo una persona experta en Scrum (ya sea interna de la empresa de telecomunicaciones o externa), que funja como guía y que apoye al equipo de desarrolladores, Propietario del Producto y Scrum Master a alcanzar los objetivos Sprint tras Sprint y que no se pierda el enfoque en todas y cada una de las ceremonias, el proyecto podría alcanzar entregas rápidas y buenos resultados.

El siguiente paso sería que toda la organización alcance a ver las entregas y la manera en la que lo realizaron. Es más fácil convencer a la compañía si son testigos de que, si Scrum es adecuadamente implementado, se obtienen resultados rápidamente.

El modelo ideal a alcanzar no debe ser Scrum; me refiero a que la organización no debe ver como el final el adaptar este marco de trabajo en sus actividades diarias, sino el objetivo es aceptar y abrazar una cultura de cambio constante.

### 4.3 Sinergia en equipos ágiles

“Reunirse en equipo es el inicio. Mantenerse en equipo es el progreso. Trabajar en equipo asegura el éxito”. Esta frase de Henry Ford [38] sigue siendo una premisa para el éxito de proyectos en la actualidad.

Un equipo puede definirse como: “un grupo de dos o más personas que interactúan, discuten, y piensan de forma coordinada y cooperativa, unidas con un objetivo común”, mientras que la de equipo ágil es: “un grupo multifuncional de dos o más personas que interactúan, discuten y piensan de formar coordinada y cooperativa, unidas con un objetivo en común” [39]. Entonces, la diferencia en las definiciones recae en la palabra multifuncional.

Podemos pensar en integrantes del equipo que son especialistas en una sola área (I); por ejemplo, podría ser un desarrollador que conoce muy bien un lenguaje de programación y que puede implementar un componente relacionado con 5G. Es decir, puede desarrollar un componente que envía una secuencia de aprovisionamiento hacia los elementos de red, sin saber realmente qué es lo que está haciendo.

También en personas que sean especialistas en su área y además conocimientos o nociones de otras (T). En el mismo caso que el anterior, podríamos imaginar a alguien que pueda construir un componente de aprovisionamiento que envía secuencias hacia los elementos de red, pero sabe qué elemento tiene cierta función y además sabe el significado de los parámetros enviados en cada secuencia.

Por último, existen también los integrantes multifuncionales (M), que son expertos en su área de conocimiento, además de tener una variedad en otras áreas. Por ejemplo, pensemos en el desarrollador experto que conoce muy bien el lenguaje de programación para enviar secuencias de aprovisionamiento hacia elementos de la red,

pero tal vez estuvo antes en un área de la operación o del negocio, por lo que podría tener conocimientos sobre algunas cuestiones importantes con las que tendría que manejar el componente (como concurrencia, reprocesamiento, tiempos de respuesta, etc.) o el valor del componente hacia la organización. Estas tres características se representan en la Ilustración 31:



*Ilustración 27. Representación especialista I, T, M*

Para llegar a ser un miembro multifuncional dentro de un equipo, se necesita de un crecimiento, ya sea dentro de la misma organización o experiencia y conocimientos adquiridos en otras áreas. Es importante integrar a los equipos Scrum ya sea con miembros multifuncionales o que en su conjunto se alcance la especialidad en diversas áreas.

Lo deseable es que los miembros sean multifuncionales, pero no siempre puede ser así: si existe rotación del personal o personas recién contratadas para el proyecto, entonces puede que no tengan las capacidades que necesita el equipo Scrum. Por el otro lado, aunque los equipos estén conformados por personas muy capaces, con mucho conocimiento y experiencia, podría resultar que el equipo no coopera para alcanzar los objetivos.

Patrick Lencioni identifica cinco disfunciones en un equipo [40]. Éstas pueden ser vistas como una pirámide, donde los niveles superiores son consecuencias de carencias en las bases.



Ilustración 28. Cinco disfunciones en un equipo identificadas por Patrick Lencioni

1. Ausencia de confianza: Esto ocurre por la falta de disposición para ser vulnerables en el grupo. Los miembros del equipo que no están dispuestos a abrirse ante los otros para aceptar errores y debilidades imposibilitan la construcción de los cimientos de confianza.

*Por ejemplo: Tuve la oportunidad de observar que un arquitecto de datos diseñó una solución para obtener reportes sobre suscriptores que cuentan con acceso a la tecnología 5G. Cuando el diseño pasó al desarrollador, éste observa que la propuesta de solución no es simple, implica gasto y tomará mucho tiempo, además de que resulta riesgoso porque implica una conexión a una base de datos productiva; sin embargo, él sabe cómo hacerlo de una forma más simple y menos costosa, aunque no lo dice porque no tiene confianza suficiente en sí mismo (tal vez porque quien lo diseñó tiene más experiencia) o en el arquitecto.*

2. Temor al conflicto: El fracaso en construir la confianza es eventualmente perjudicial, porque propicia este segundo vicio. Los equipos que carecen de confianza son incapaces de entregarse a discusiones de ideas sin freno y apasionadamente. En cambio, recurren a conversaciones y comentarios cuidadosos.

*Por ejemplo: Como el desarrollador no tuvo la confianza para compartir su punto de vista, simplemente aceptó el diseño inicial y comenzó a desarrollarlo. Tampoco va a mencionar la alternativa porque piensa que podría iniciar una discusión o conflicto.*

3. Falta de compromiso: Como los miembros no quieren airear sus opiniones en el curso de un debate abierto y apasionado, en escasas ocasiones aceptan verdaderamente las decisiones y menos comprometerse a ellas. Inclusive pueden fingir estar de acuerdo en las reuniones.

*Por ejemplo: Como la decisión de la implementación del reporte de suscriptores con acceso a tecnología 5G no fue suya, el desarrollador simplemente no se compromete con el cambio, porque piensa que no es la manera adecuada. Aun así en las diversas ceremonias de Scrum, expresa que está de acuerdo y que su desarrollo avanza favorablemente.*

4. Evasión de responsabilidades: Sin comprometerse con un claro plan de acción, hasta las personas más centradas y entusiastas suelen vacilar antes de llamar la atención de sus compañeros sobre acciones y conductas que parecen contraproducentes para el bien del equipo.

*Por ejemplo: Eventualmente, cuando el desarrollo en apariencia está listo para salir a producción, pasa por el proceso interno de seguridad de la organización, donde detectan la vulnerabilidad de realizar una conexión a una base de datos productiva. El desarrollador, en lugar de hacerse responsable de esta decisión, señala a que el arquitecto fue quien así lo diseñó.*

5. Sin enfoque en resultados: Ocurre cuando los miembros del equipo sitúan sus necesidades individuales, como el ego, el desarrollo de la carrera personal o el reconocimiento, o inclusive las necesidades de su departamento por encima de las metas colectivas del equipo.

*Por ejemplo: No me siento adueñado de mi parte de responsabilidad en el proyecto, por lo que solo tengo mi interés personal, donde solo entrego la parte del código que me corresponde, de tal manera que argumento que todo por mi parte ha sido entregado, aunque en su conjunto no aporte valor alguno.*

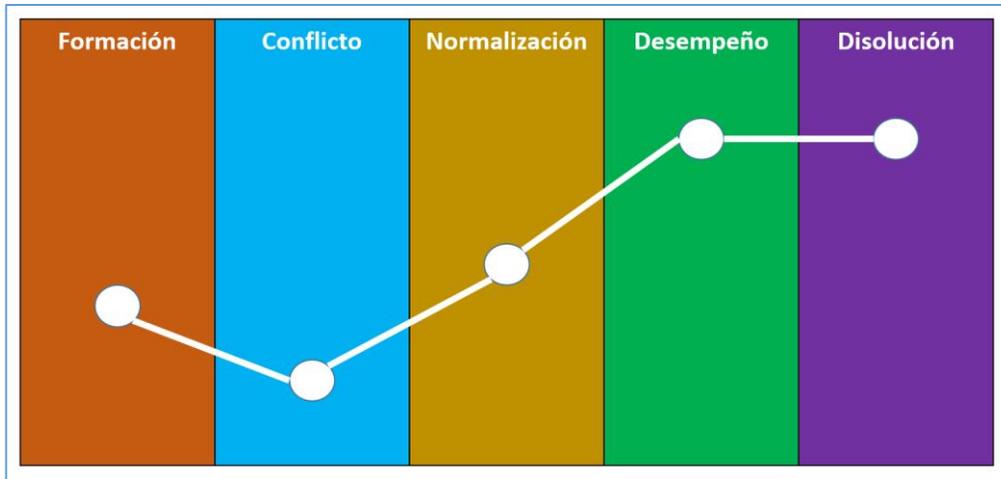
No es fácil ni inmediato corregir estos cinco antipatrones. La razón que desencadenó todo este problema, desde el punto 1, puede deberse a un problema de empoderamiento o sanciones que el líder del desarrollador implementa en su equipo, y por esa razón no se atrevió a proponer alguna alternativa. Podría ser también que simplemente el desarrollador tiene problemas de autoestima, lo cual es aún más difícil de trabajar.

Como puede notarse, la carencia en la confianza en uno mismo y/o en el equipo, desencadena problemas que eventualmente escalarán en la pirámide hasta el punto de que el equipo en lugar de entregar valor a la organización, se vuelven un costo. Es decir, el costo en desarrollos y pagos a proveedores no entregarán el valor suficiente y en vez de ser una inversión se tornan en un gasto.

En 1965 el Dr. Tuckman [41] formuló una teoría que distinguía cuatro fases para la formación de equipos de alto desempeño, a la cual después se agregó una quinta para completar el ciclo y tener un panorama completo. La teoría está basada en años de análisis y publicada bajo el nombre de "Developmental sequence in small groups" (secuencia de desarrollo en grupos pequeños).

En este modelo afirma que para alcanzar el punto más alto de efectividad, es necesario superar las distintas etapas. Dichas etapas son [41] (ver Ilustración 33):

1. **Formación:** Es el primer paso. Es el momento donde se constituye el equipo y aún no hay confianza ente ellos. Por lo tanto, es el momento donde se harán más visibles las diferencias entre el grupo; aunque también puede darse el caso opuesto, cuando por inseguridad no se muestran tal como son por miedo a ser prejuzgados por los demás.  
En esta etapa, el líder, ya sea Scrum Master, Propietario del Producto o alguien con experiencia del equipo de desarrollo, puede guiar a todos y dirigirlos hacia los objetivos, identificando las fortalezas de cada uno.
2. **Conflicto:** Se refiere a que cuando los miembros ya forman parte de un equipo, comienza un periodo en el cual deben llegarse a acuerdos. Ya sea desde acordar la hora adecuada para implementar la ceremonia diaria de Scrum, hasta las herramientas que se utilizarán o inclusive en las diferentes personalidades de los integrantes. En este lapso, es natural que la productividad se reduzca. De esta forma, podrán comprobar si son capaces de mantener a raya los conflictos y garantizar el éxito a pesar de las diferencias.  
Las acciones del líder son esenciales para superar esta etapa, debido a que puede encaminar las ideas y puntos de vista de cada uno hacia el objetivo del equipo.
3. **Normalización:** Se llevan a cabo ciertos acuerdos. Es responsabilidad de cada uno de los miembros del equipo, pero en casos extremos, debe realizarlo el Scrum Master en su rol de resolver impedimentos. En este punto se incorporan reglas, normas o estándares para superar la fase de la tormenta. Pueden normarse las horas de entrada a las ceremonias, puntualidad, entre otras, para sobrellevar el trabajo en equipo y fortalecer relaciones. De igual manera, en la medida que el equipo evolucione y mantengan sinergia, las reglas pueden ir modificándose.
4. **Desempeño:** En esta fase se encuentran los equipos de alto desempeño. El equipo se conoce, coopera y aportan valor en cada Sprint. Las normas se siguen por los integrantes y se tiene un ambiente positivo. Implementan el marco de trabajo de Scrum y son capaces de adaptarse a los cambios eficientemente. Es decir, conocen en qué punto del proyecto pueden deshechar tareas o Historias de Usuario con apoyo del Propietario del Producto y ser cambiadas por otras.
5. **Disolución:** Eventualmente los miembros deben separarse del equipo. Esto porque el o los proyectos por los cuales trabajaron y crearon sinergia han concluido, porque surge alguna iniciativa que exige que algunos miembros atiendan por temas de competencia, regulatorias o atención de incidentes, entonces el equipo Scrum puede formar parte de otros equipos, donde se vuelven semilleros para llevar a cabo las buenas prácticas aprendidas y propiciar la formación de nuevos equipos de alto desempeño.



*Ilustración 29. Secuencia de desarrollo en equipos pequeños*

No existe alguna regla que indique cuánto durará cada una de las fases, pero se puede observar en el lapso de uno a tres Programas Incrementales. Esto puede ser variable de un equipo a otro, dependiendo de la personalidad de los integrantes, y como ya vimos anteriormente, en gran manera de personas con resistencia al cambio. Estas fases de Tuckman pueden observarse en las ceremonias; por ejemplo, si un equipo acaba de formarse, en la planeación del Programa Incremental es donde se verá la tormenta, mientras que, si sí se adaptaron y trabajan de manera adecuada, durante la demostración del Programa Incremental es donde se verá la fase de desempeño.

De la misma manera, en las ceremonias de mejora continua, tanto del Sprint como del Programa Incremental, los miembros del equipo deben ser capaces de mantener conversaciones difíciles, recordando que se trata de un proceso de mejora continua y confianza en los compañeros. ¿Cómo puede lograrse que los integrantes del equipo Scrum tengan estas características? Desde el momento de la contratación en la organización o integración al equipo, debe buscarse por colaboradores alineados a los valores y principios de la agilidad, que a su vez pueden estar permeados en la empresa.

Es común que algún colaborador no pueda adaptarse a un equipo de trabajo en Scrum, es decir, no alcanza una fase de alto desempeño, tal vez porque no está de acuerdo con las normas impuestas o tal vez porque sabe y siente que está sobre calificado. Es decir, alguien con mucha experiencia y conocimiento en su área y tal vez transversalmente; entonces, es muy importante que el Scrum Master identifique si después de uno o dos Programas Incrementales no ha sido posible su adaptación, es posible que represente un retraso para todos los demás.

Una alternativa para solventar el punto anterior sería quitar a este miembro del equipo Scrum, aunque sea el que tiene más experiencia y conocimiento por otra persona. Es más eficiente realizar esto que trabajar con alguien que no puede colaborar con los demás. Seguramente dentro de una organización de telecomunicaciones es posible su asignación a algún proyecto donde no sea tan necesaria la comunicación continua.

Mantener conversaciones difíciles y no terminar con un conflicto, donde dos o más miembros buscan exponer su punto de vista u opinión, pero desde su conocimiento y experiencia, puede resultar muy complejo. En la tabla 4 y en la tabla 5, se muestran dos maneras en las que puede lograrse esto de manera muy breve.

#### Breve descripción de comunicación asertiva:

**Comunicación asertiva:** “La forma en la que compartimos información no depende exclusivamente de las palabras que transmitimos, sino del tono de voz, postura corporal e incluso las emociones al momento de comunicarnos con otras personas” [52].

Algunas personas piensan que podrían ser atacadas o criticadas al expresar lo que sienten o piensan, que solo su opinión es importante y que necesitan constantemente defenderse. Por lo que su modo de comunicación suele ser agresivo, con tono de voz elevado, discurso rápido, mirada y postura corporal retadora, y constante uso de sus manos e índice.

También existen personas con temor a ser juzgadas o que piensan que sus comentarios pueden generar un conflicto, presentan emociones como miedo o ansiedad. Por lo que su tono de voz suele ser bajo, tienen mirada evasiva, postura corporal con inseguridad, no expresan sus opiniones y tienden a aceptar situaciones que no les gustan [52].

Algunos especialistas mencionan que existe también la combinación de ambas conductas, teniendo personas pasivo-agresivas, expresándose con sarcasmos y quejas continuas, hostilidad, pero tampoco son directos en al plantear sus necesidades, no logran resolver situaciones conflictivas y propician ambientes estresantes.

Personas que tienen claridad sobre sus necesidades y sobre las de los demás, con pensamientos racionales y emociones acordes a la situación y contexto, también pueden expresar emociones positivas y negativas de forma clara y respetuosa. Muestran equilibrio entre lo que piensan, sienten y hacen. Estas personas ejercen un lenguaje asertivo. Cuando se utiliza esta comunicación es más fácil comunicarse, resolver problemas y crear relaciones sociales legítimas y duraderas [52].

*Tabla 4. Breve descripción de comunicación asertiva.*

### Breve descripción comunicación no violenta:

**Comunicación no violenta:** Esta forma de comunicación principalmente se emplea para educar desde niños; la idea es educar sin premios ni castigos. Aunque culturalmente es algo que está muy arraigado. Como personas simplemente aceptamos esta coerción, la internalizamos y lo vemos normal. Es importante cuestionarse, ¿por qué me califican en la escuela? ¿por qué los reyes magos? ¿por qué en algunas religiones iré al paraíso o al infierno? [53]

La comunicación no violenta tiene cuatro componentes:

- Observación - ¿Qué veo? Lo que veo, lo que observo, viene de mí, no del emisor. Me responsabilizo de lo que percibo.
- Sentimiento - ¿Qué siento? Proviene de tus necesidades satisfechas o no satisfechas. Los sentimientos aflictivos no deben ser visto como algo a erradicar, sino aprender de ellos.
- Necesidades - ¿Qué necesidades tengo? Cómo hacer una existencia conectada a mí, y conectada a los demás.
- Petición - ¿Qué pido para satisfacer mis necesidades?

Si puedo concientizar los componentes, me vuelvo empático y compasivo al socializar y comunicarme que todos percibimos de maneras diferentes. “Es inútil defender mi verdad sobre los demás”. No escucho para entenderte sino para responderte. Las necesidades del otro son tan importantes como las mías. [53]

*Tabla 5. Breve descripción de comunicación no violenta*

#### 4.4 Aplicación práctica de Scrum

En este punto de la Tesis, describiré cómo se implementó Scrum dentro de una empresa real de telecomunicaciones en un proyecto de transición de una red operativa 4G LTE hacia 5G NR. Es importante mencionar que, al tratarse de sistemas que funcionan en línea, una falla en el despliegue de componentes nuevos o cambios sobre existentes, podrían tener consecuencias adversas inmediatamente al servicio de los suscriptores como una mala experiencia de usuario. Es por ello que debe realizarse con el menor riesgo posible, sin omitir algún control de calidad.

Como mencioné en capítulos anteriores, los cambios necesarios para tener una red 5G NSA involucran reglas de negocio que consideren entregar valor considerando ciertos umbrales que algún proveedor pudiera cobrar, como la cantidad de aprovisionamientos en bases de datos, aquellos que acceden simultáneamente a la red 5G o aquellos que transaccionan paquetes de datos.

Mientras que la implementación de la red 5G SA es principalmente despliegue de tecnología e infraestructura nueva, o actualización de la existente. Esto conlleva mucho tiempo en analizar la mejor opción existente en el mercado, adquisiciones, servicios profesionales, etc.

Es por ello que, con base en el marco de trabajo revisado, conviene utilizar Scrum en el despliegue 5G NSA, mientras que puede utilizarse el modelo tradicional de cascada para 5G SA (Ilustración 34). El motivo principal es porque el primero tiende a necesitar cambios a lo largo de la implementación, ya sean derivados de los umbrales mencionados o por alguna respuesta a un competidor; mientras que el segundo tiene un alcance completo y difícilmente sufrirá cambios (que, en todo caso, son de Hardware/tecnología y no de Software).

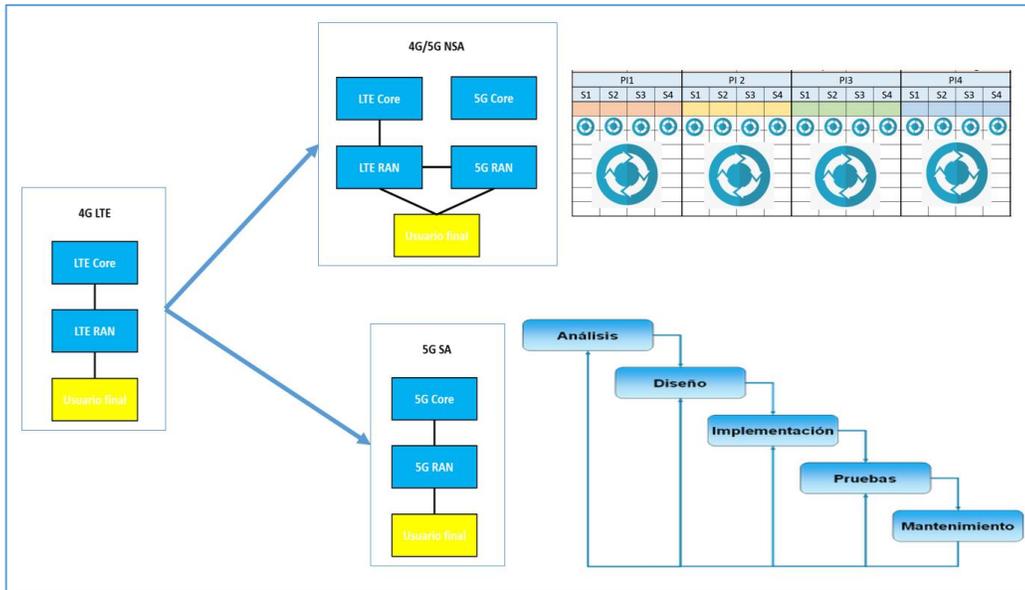


Ilustración 30. Representación de trabajo en paralelo por equipos diferentes. 5G NSA trabajado en Scrum, mientras que 5G SA puede ser realizado de manera tradicional en cascada

Hablando de la implementación en Scrum, para simplificar la representación del trabajo, supongamos que el proyecto inicia en enero. Recordemos que todos los equipos que colaborarán en alcanzar las metas (o al menos la mayoría de ellos), deben estar alineados organizacionalmente para ello. Es decir, trabajar alineados con Programas Incrementales y Sprints definidos por la empresa de telecomunicaciones e internamente los recursos humanos tener una estructura que permita la comunicación horizontal y toma de decisiones.

A nivel de la organización entonces deben ser acotadas las fechas en las que se programarán las ceremonias descritas en los capítulos anteriores, así como la duración de los Programas Incrementales y los Sprints. Supongamos que han sido definidos dos semanas y dos meses respectivamente.

Recordemos además que, con base en la necesidad del Propietario del Producto, existe un Programa Incremental 0, donde se realizará una estimación y diseños acordes a las funcionalidades planteadas. Esto sirve también para identificar a los miembros que conformarán el equipo ágil.

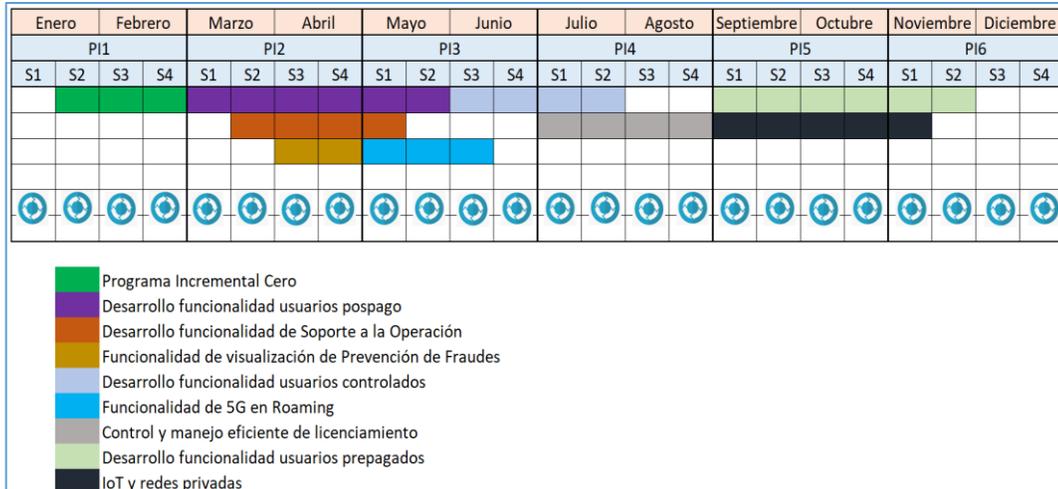


Ilustración 31. Representación de Programas Incrementales, Sprints y funcionalidades

Los colores en la ilustración anterior hacen referencia a actividades del equipo Scrum; aquí describo muy breve a qué se refieren:

- Programa Incremental Cero: Es un grupo reducido de personas, incluido expertos y el Propietario del Producto, donde inicialmente, se entienden las necesidades y funcionalidades requeridas respecto al despliegue de la tecnología 5G. Se identifican los impactos, se realizan diseños, se obtienen estimaciones de duración y costo, se comienza a gestionar la adquisición o renta de tecnología. También se conoce a quienes conformarán el equipo Scrum.
- Desarrollo funcionalidad usuarios postpago: Acceso a tecnología 5G a suscriptores con una oferta comercial contratada, cuyos consumos excedentes se cobran en una factura.
- Desarrollo funcionalidad de Soporte a la Operación: Herramienta que permite a los equipos de la operación diaria, resolver anomalías relacionadas con 5G.
- Funcionalidad de visualización de Prevención de Fraudes: Al ser una tecnología nueva, los equipos de aseguramiento de ingresos necesitan mecanismos de monitoreo e identificar posibles abusos o fraudes.
- Desarrollo funcionalidad usuarios controlados: Acceso a tecnología 5G a suscriptores con una oferta comercial contratada, que no pueden realizar consumos excedentes.
- Funcionalidad de 5G en Roaming: Así como en México, operadores en otros países realizan esfuerzos para desplegar su tecnología 5G. Entonces, esta funcionalidad hace referencia a dos aspectos:

- Suscriptores mexicanos que visitan una red 5G en otro país.
  - Suscriptores extranjeros que visitan México y utilizan la red 5G.
- Control y manejo eficiente de licenciamiento: Como se mencionó al inicio del capítulo 3, deben tenerse en consideración ciertos umbrales por los que un proveedor de servicios podría realizar cobros adicionales al operador de telecomunicaciones, como suscriptores aprovisionados en bases de datos con 5G, suscriptores simultáneos accediendo a 5G o procesamiento de paquetes de 5G hacia internet. En este punto, algunas consideraciones para el operador de telecomunicaciones podrían ser:
  - Si el despliegue de puntos de acceso en el país es gradual, entonces sería recomendable aprovisionar a suscriptores con 5G que residen cerca de las antenas, o identificar a visitantes en la zona.
  - No tiene sentido aprovisionar el acceso a tecnología 5G si el dispositivo móvil del suscriptor no tiene capacidades 5G; es decir, no podrá gozar del servicio, pero podría tener costos al operador.
- Desarrollo funcionalidad usuarios prepagados: Acceso a tecnología 5G a suscriptores que realizan un pago (o recarga) previo a utilizar el servicio. Generalmente no tienen contrato o factura.
- IoT y redes privadas: Funcionalidad que permite realizar negocios B2B con 5G, como redes privadas y seguras donde no exista algún proveedor de internet dirigido, o también IoT como podrían ser control de flotillas de vehículos.

Una vez realizado el Programa Incremental Cero, el equipo conformado comienza a colaborar para alcanzar la funcionalidad de mayor valor. Ésta es determinada por el Propietario del producto. Algunos puntos a considerar son:

- 1 Obsérvese que el PIO no necesariamente inicia alineado con los demás, pero su término sí. Esto para que el equipo Scrum pueda comenzar a trabajar alineado con las fechas de entregas de valor.
- 2 Idealmente las funcionalidades son concluidas al término de un PI o antes, pero no es necesario que esto ocurra. Pueden presentarse retrasos por diversas razones y es entendible que se excedan, principalmente cuando la funcionalidad está compuesta por muchas Historias de Usuario o tareas.
- 3 El equipo ágil puede tomar la decisión de instalar cambios en el ambiente productivo con deuda técnica, considerando si es necesario priorizar la velocidad de entrega sobre ciertos procesos, como mitigar vulnerabilidades o concluir las pruebas al 100%.
- 4 Es de notar que es indispensable la entrega de valor hacia el Propietario del Producto en cada Sprint. Si no se está realizando de esta manera, significa que el desarrollo no se está realizando de manera ágil. Las tareas asignadas deben ser alcanzables en el intervalo definido.
- 5 En el Scrum diario, todos los participantes mencionan en qué trabajaron el día anterior y si tienen algún impedimento para continuar. En este caso, el Scrum Master podría actuar para quitarlos.

- 6 Al concluir un Sprint, cada miembro del equipo Scrum muestra su progreso al equipo, incluyendo la demostración al Propietario del Producto, quien idealmente puede identificar si es lo que necesita, si tiene algunos puntos de mejora o si realmente se trata de algo diferente.
- 7 Al concluir el Programa Incremental, el Propietario del Producto muestra a toda la organización o a parte de ella los logros obtenidos, como las funcionalidades alcanzadas o mejoras. De igual manera, el presupuesto invertido y los ingresos generados (si aplica). Recordemos que la transparencia es uno de los principios de la agilidad.
- 8 Las prioridades pueden cambiar de un momento a otro, inclusive en un Sprint en curso. Entonces, puede tomarse la decisión de continuar trabajando sobre lo mismo o deshacerse del progreso actual para comenzar con la nueva necesidad.
- 9 Nuevos requerimientos, a modo de Historias de Usuario, pueden ser agregados en cualquier momento en el ciclo de vida, formándose con base en la prioridad o urgencia con la que son creados.
- 10 Como se revisó en la estimación de las Historias de Usuario relacionadas con la codificación de piezas de Software, si éstas se miden de manera adecuada con COSMIC, pueden obtenerse KPIs oportunos para la organización; de otra manera, si se hace con puntos de Historia, entonces esto es irrelevante.
- 11 El equipo Scrum que está construyendo las funcionalidades puede cambiar inclusive a la mitad de un Sprint en curso, aunque no es lo recomendable. Sin embargo, pueden existir sustituciones.

Recordemos que todo este flujo de trabajo con el marco Scrum, se puede realizar en paralelo junto con el proyecto en cascada 5G SA; es recomendable que se trate de equipos diferentes, donde sí es recomendable que los expertos de la red y de la frontera con IT colaboren en ambos para determinar la mejor solución.

Algunas consideraciones importantes pueden ser los sitios (o sites) donde se instalará la tecnología, si se contará con Alta Disponibilidad y en qué elementos, dónde estarán instaladas las redundancias, qué arquitectura se utilizará para establecer enlaces de señalización, necesidades propias de los proveedores o cuestiones relativas al estándar de la 3GPP.

## Capítulo 5 Resultados

Con las etapas que planteo, desde un inicio un operador puede desplegar su tecnología, teniendo un producto mínimo viable que le aporta valor. Con un conjunto de suscriptores inicial, se probó la experiencia de navegación de esta nueva tecnología que eventualmente dará cobertura a las principales ciudades del país.

Asimismo, al implementar con Scrum el desarrollo del proyecto, aumentó la tasa de éxito de cada una de las etapas o funcionalidades en cuanto a costo, duración y alcance, debido a que:

- Una Historia de Usuario puede ser comprendida por el equipo ágil en cuestión de horas.
- El equipo ágil puede estimar el esfuerzo en un par de días.
- La capacidad del equipo está considerada en cada Sprint y Programa Incremental, considerando días no laborables y/o vacaciones.
- Un proveedor colaborando con el marco de trabajo, puede entregar estimados de tiempo y cotizaciones a alto nivel en un par de días.
- Demostraciones de funcionalidades, por lo que dependiendo de su tamaño, puede ocurrir cada 1 o 2 Sprints.
- Capacidad para realizar cambios, dependiendo de las necesidades, un cambio puede realizarse durante un Sprint o al término de éste.

Esto permite la entrega constante de valor para la empresa. De otra manera, con un método tradicional, los riesgos habrían sido aún mayores, como por ejemplo demorar demasiado tiempo para poder hacer una demostración del servicio.

Con 5G se está construyendo al desarrollo de un ecosistema que acelere los usos de tecnologías, que sirvan a México, beneficiando así cada vez a una mayor cantidad de mexicanos y a otras economías emergentes. [42]

Utilizando Scrum para realizar la implementación de la generación 5G de tecnología móvil desde el punto de vista de Ingeniería de Software, dentro de una empresa de telecomunicaciones, en un proyecto empresarial que tiene una duración mayor a año y medio, es un esfuerzo muy amplio; es por ello que los resultados los dividiré en la evolución de la tecnología LTE a 5G, integración con las diversas áreas de la organización, cambios en las necesidades y prioridades durante el desarrollo de Software y la posterior entrega rápida de valor:

### 5.1 Evolución de tecnología LTE a 5G

- El operador de telecomunicaciones fue el primero en ofrecer el servicio de 5G, a través de un producto mínimo viable, a pesar de no ser el operador

preponderante en 2021-2022 en México. Para mostrar la construcción del proyecto y utilizando una demo en instalaciones propias, el servicio fue tangible para todos los presentes en sus propios dispositivos celulares, gozando de velocidades de navegación en internet superiores a los conocidos para móviles y latencia reducida.

- A pesar de haber proyectado que serían 26 urbes con acceso a la tecnología 5G, a finales de 2022, fueron 31 las ciudades que cuentan con cobertura, permitiendo un mayor acceso de mexicanos a internet en esta era digital, al mismo tiempo que los segmentos de los suscriptores continuaron incrementándose (Ilustración 36).



Ilustración 32. Mapa de cobertura 5G

- La tecnología es cada vez más accesible, iniciando solo con dispositivos que en un inicio eran de alta gama y caros, pero eventualmente los costos de los móviles se están reduciendo y diversificando, con base en la estrategia implementada.
- Gestión de la adquisición en paralelo de la infraestructura necesaria en la nube propia o arrendada para la instalación de los servicios necesarios para 5G SA.

## 5.2 Integración con diversas áreas de la organización

- Con una estructura organizacional adaptada a el método de trabajo de Scrum, la concepción de requerimientos y funcionalidades en menos de una semana, cuando antes de Scrum tardaba al menos dos semanas. Esto fue logrado gracias

a que diversas áreas del negocio, arquitectura, desarrollo y proveedores, trabajan ágilmente en entender la necesidad y analizar alternativas para:

- Proporcionar un estimado en tiempo y costo sobre el alcance solicitado.
  - Proporcionar un estimado en tiempo y costo modificando el requerimiento para que sea más simple.
  - Un punto medio entre los dos anteriores o entrega incremental.
- Avance durante el ciclo de vida del proyecto con seguridad y certeza relativamente altos; es decir, reducción en los riesgos. Esto porque se conoce la estimación de costo inicial y se identifican los cambios necesarios de un Sprint al que sigue, así como adecuar la estrategia también entre Sprints o a la mitad de uno en ejecución.
  - Como el equipo de la operación está incluida en las ceremonias de Scrum, entonces están enterados de los mantenimientos y nuevas funcionalidades que se integrarán a los sistemas que eventualmente operarán; de igual manera, pueden levantar requerimientos como Historias de Usuario para que sean consideradas con base en las prioridades. Por lo tanto, las Incidencias en producción son reducidas. al estar la Operación involucrada durante el desarrollo. De igual manera, cuando se presentan, pueden ser atendidas de manera rápida y efectiva, ya sea durante el Sprint en curso o el siguiente.
  - El equipo Scrum conoce el valor que está aportando hacia la organización a través de las Demostraciones de Programa Incremental, lo que sirve como motivación si los avances se realizan adecuadamente o, en caso contrario, identificar puntos de mejora a través de expertos y críticas constructivas. De igual manera, toda la organización conoce las funcionalidades en las que se trabajaron y su valor.

### 5.3 Cambios en las necesidades y prioridades

- Planeación realizada acorde a los Programas Incrementales dentro de la organización, por lo que naturalmente, la totalidad del proyecto puede verse en fases de menor duración. Acorde con la duración de cada PI, el Propietario del producto coloca las funcionalidades las cuales desarrollará el equipo Scrum durante los Sprints, como se muestra en la Ilustración 37:

Tiempo				
PI 1	PI 2	PI 3	PI 4	PI 5
Proyecto				
Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5

Ilustración 33. Programas Incrementales contra fases

- Con un diseño del proyecto realizado de manera incremental, los miembros desarrolladores del equipo Scrum pueden comenzar tempranamente a trabajar en los componentes impactados; de igual manera, pueden existir cambios en el diseño a medida que se identifican otros impactos durante la construcción.
- Respuesta rápida a otros operadores de telecomunicaciones (competencia). Con base a productos o servicios que algún competidor ofrezca, rápidamente pueden incorporarse cambios. Éstos pueden ser introducidos en el Sprint en curso o en el que sigue. Es responsabilidad del Propietario del Producto estructurar sus solicitudes a través de Historias de Usuario e indicar en qué momento deben ser atendidas por el equipo Scrum.

#### 5.4 Entrega rápida de valor

- Requerimientos claros a través de Historias de Usuario. De esta manera, todo el equipo Scrum tiene claro desde qué perspectiva se está solicitando la funcionalidad y cómo va a aportar valor. Cuando el Sprint está por iniciar, el equipo descompone la historia en las tareas o actividades que debe realizar y de esta manera está claro el esfuerzo.
- Con un esfuerzo relativamente bajo, se puede obtener una estimación en cuanto a inversión económica y tiempo que necesitará cada una de las fases, así como de los sistemas y componentes impactados y proveedores necesarios. Esto debido a que el diseño inicia durante el Programa Incremental cero, donde un grupo reducido de colaboradores proporciona el estimado.
- Como se trabaja con una construcción del producto de manera incremental, entonces de manera muy temprana se obtiene valor y retroalimentación por parte del Propietario del Producto y de las personas interesadas. Esto tiene diversos aspectos importantes, como se muestra en la Ilustración 10:
  - Identificar en cada Sprint si el diseño y desarrollo cumple con el requerimiento.

- En caso de no cumplirlo, ágilmente el desarrollo puede cambiar para el siguiente Sprint.
- Manejo de deuda técnica apropiadamente en los próximos uno o dos Sprints. Esta no es solamente responsabilidad del desarrollador o proveedor, sino en conjunto con el Propietario del Producto, se debe valorar si se prioriza una entrega completa (es decir, con vulnerabilidades reducidas) o si debe liberarse el producto a la operación con sesgos, para posteriormente ser atendidos.

## Capítulo 6 Conclusiones:

En este estudio, tanto teórico como práctico, puedo concluir que un proyecto de duración de más de un año, el uso de Scrum resulta benéfico para la organización debido a que es dividido naturalmente en fases en los Programas Incrementales, además de que se obtiene valor visible rápidamente de la inversión económica.

Con el marco Scrum en el desarrollo de este proyecto empresarial, se reducen los riesgos a lo largo de las fases. Con los miembros comunicándose diariamente, difícilmente existe un problema de comunicación, así como el Scrum Master gestionando la planeación y resolviendo las dependencias con otras áreas de la organización oportunamente.

Además, con las prácticas ágiles pueden atenderse de manera rápida los cambios que ocurran a lo largo del ciclo de vida del proyecto iterativo, de tal forma que la empresa de telecomunicaciones pueda adelantarse a otros operadores en el mercado o reaccionar rápidamente a ellos; de igual manera, si ocurre alguna necesidad operativa o de reportes, puede gestionarse una reacción eficiente de un Sprint a otro, si es que existe una Historia de Usuario completa.

La implementación de la tecnología resulta más rápida en realizarse si la organización ya cuenta con experiencia con el marco Scrum; sin embargo, en caso de no contar con ella, en paralelo puede realizarse la capacitación de los miembros del equipo, así como los cambios que deben existir en la organización misma de la empresa y en los procesos. Estos cambios son necesarios para que las mecánicas con las que la empresa cuenta y las mejores prácticas de Scrum formen sinergia y no choquen.

De igual manera, en caso de que la empresa no tenga experiencia en Scrum, concluyo que los miembros que conformen el equipo ágil sean personas que puedan adaptar el cambio de la mejor manera posible. Me refiero a que es más eficiente que el equipo sea conformado por personas que colabores y puedan generar sinergia, aunque carezcan de ciertos conocimientos o experiencia a conformarlo con personas que se reúsen al cambio y puedan retrasar las entregas de valor por mantener las prácticas anteriores.

Los requerimientos quedan claro relativamente más sencillo con Historias de Usuario que aquellos escritos de manera tradicional. Con un formato breve y conciso que el equipo de desarrolladores puede entender y desarrollar desde la perspectiva del usuario que utilizará el sistema.

Es necesario que los procesos y prácticas de la organización se cambien o adapten para trabajar de la mejor manera con Scrum. Es decir, que el proceso no sea un impedimento o retraso en la entrega constante de valor; no por ello, significa que se reduzca la calidad de los entregables en cuanto a seguridad o pruebas, sino estos

aspectos deben ser considerados y atendidos como deudas técnicas en mutuo acuerdo con el Propietario del Producto para Sprints posteriores.

Si la empresa de telecomunicaciones no trabaja con el método de Scrum, significa que los proveedores no trabajan de manera ágil, o al menos no de cara al operador. Es decir, tal vez hacia dentro si lo realizan, pero no es perceptible para el cliente. Entonces, el realizar estos cambios en la manera de trabajo que implica a otra empresa, podría traer consigo costos adicionales y tiempo para comenzar a colaborar y generar valor, por lo que es necesario realizar la valoración de si es necesario que terceros se sumen al método de trabajo Scrum.

El marco de agilidad de Scrum recomienda el uso de puntos de historia para estimar Historias de Usuario por su simplicidad de uso; sin embargo, esto resulta inadecuado para obtener métricas reales dentro de la organización; utilizando COSMIC, pueden obtenerse estimaciones sobre el costo que tendrá un proyecto y su duración; entre más proyectos se realicen utilizando esta métrica, más acertada será la estimación, considerando si se trata de un componente nuevo o existente, así como el lenguaje de programación que esté utilizándose; es decir, partiendo de que son puntos ambiguos y subjetivos, no aporta algún valor que a partir de ellos la organización intente obtener:

- Desempeño de equipos: Esto no es posible partiendo de puntos de historia. Por ejemplo, supongamos que dos equipos trabajaran exactamente en la misma tarea, pero un equipo la estimó en 3 puntos y el otro en 8; ambos la concluyen con una diferencia despreciable de tiempo, pero: ¿cuál fue más eficiente?
- Lo mismo ocurre respecto a la cantidad de tareas elaboradas en un Sprint; si un equipo completa una funcionalidad con 3 tareas, pero otro la completaría con 8, entonces, ¿cuál obtuvo una mejor métrica?
- Es por ello que, en el presente trabajo de tesis, propongo que, para las tareas de desarrollo, que implican código y cambios en los sistemas, se utilicen puntos funcionales COSMIC, dado que éstos de ninguna manera son ambiguos o subjetivos y a partir de ellos se pueden obtener métricas de desempeño en la organización.

Formar equipos con profesionistas multifuncionales, apegados con el método Scrum, tiene como resultado un mejor desempeño a aquellos equipos que no. Además, es mejor sustituir a un miembro del equipo Scrum que no sume con el método (tal vez por desconfianza en sus compañeros, por el modo de trabajo, por resistencia al cambio, etc.), aun cuando se trate de un experto multifuncional, por un miembro con menos experiencia y conocimientos, pero que tenga los valores alineados y coopere con el equipo.

Todas las ceremonias que indica el marco de trabajo deben realizarse y ser gestionadas de manera anticipada por el Scrum Master. Éste también debe transmitir la importancia que tiene cada una de ellas para que los miembros no caigan en apatía y dejar de participar en ellas. Además, conociendo el valor de lo que se está construyendo, el equipo suele tener mayor motivación; en caso contrario, si no se están alcanzando los compromisos realizados, son oportunidad de mejora.

Con las dos fases que se planteó al inicio del presente estudio, concluyo que la transformación de la tecnología 4G hacia 5G puede ser implementada en paralelo y con dos marcos diferentes:

- Para la fase intermedia, es decir de 4G a 5G NSA (Non-Stand Alone), concluyo que es conveniente utilizar Scrum, debido a los resultados y conclusiones anteriores, que incluyen rápida entrega de valor y riesgo reducido para afrontar los cambios.
- Para la fase final, es decir de 4G y 5G NSA hacia 5G SA (Stand Alone) concluyo que es conveniente realizar la implementación utilizando el método en cascada o tradicional, debido a que principalmente, los requerimientos son claros y completos desde el inicio. Es decir, al ser un proyecto que en su mayoría implica:
  - Cotización y adquisición de infraestructura.
  - Instalación, conexiones y despliegue a lo largo de los Datacenters.
  - Pruebas del nuevo sistema con los diversos elementos de la red (que también son nuevos).
  - Integración, migración de suscriptores y liberación a Producción.

Por último, concluyo que trabajar en Scrum, para un proyecto empresarial que implica varios millones de dólares, la colaboración desde el equipo Scrum hasta muchas otras áreas de la organización, como ingeniería, IT, mercadotecnia, operaciones, logística, planeación, dispositivos celulares, atención al cliente, etc. Y que además tiene condiciones cambiantes debido a regulaciones, competencia y cuestiones operativas, no solo funciona para la implementación de la tecnología móvil 5G en un operador que ya cuenta con una 4G funcional, sino en cualquier otro proyecto empresarial que tenga características similares.

## 6.1 Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda que proyectos que tengan asociados la modificación a uno o más componentes de Software, sean trabajados en Scrum, principalmente aquellos que no tienen un alcance totalmente definido, o los requerimientos no se encuentran cerrados del todo. También aquellos que sea probable que cambien con base en la competencia con otros operadores de telecomunicaciones.

El esfuerzo de trabajar en un proyecto con Scrum puede ser en células, es decir, que el mismo equipo de desarrollo pueda alcanzar acuerdos con las personas interesadas y la oficina de proyectos para poder implementar las ceremonias, aunque toda la organización no colabore bajo este marco; sin embargo, eventualmente podrían encontrarse con obstáculos o cuellos de botella que impidan o retrasen la entrega de valor. Por ejemplo, si el sprint dura dos semanas, pero el proceso de Control de Cambios dicta que debe anunciarse un cambio al menos 5 días antes, entonces estamos en problemas.

Es por ello por lo que se recomienda que toda la organización esté trabajando bajo Scrum. Si no ocurre de esta manera, podría comenzarse con el proyecto de 5G desde el punto de vista de IT; sin embargo, podría resultar contraproducente para las primeras entregas, debido a que seguramente los lineamientos y ceremonias, resistencia al cambio, fallas entregas continuas de valor, etc., podrían no realizarse de manera óptima.

Por último, se recomienda que la implementación de 5G Stand Alone (SA) sea trabajada desde su inicio de manera paralela por un equipo diferente al Scrum que implementará los cambios para 5G Non-Stand Alone (NSA). Esto porque el primero, como se revisó anteriormente, implica un gran cambio en tecnología e infraestructura, el alcance está completo desde el inicio y existe una gran dependencia en proveedores, lo que implica órdenes de compra, pagos, instalación de equipos, seguridad, etc.

## 6.2 Limitaciones

Una de las limitaciones principales es el tema de los proveedores; como operador de telecomunicaciones, generalmente existe dependencia de tecnología en terceros. Si ellos no trabajan en Scrum de cara al cliente (podrían trabajarlo internamente), entonces podría resultar complicado o incluso costoso realizar este cambio. Por lo que el operador de telecomunicaciones debe evaluar y negociar con sus proveedores la factibilidad del cambio, que incluya que sus Propietarios del Producto y tal vez algunos desarrolladores participen activamente en las ceremonias de Scrum y mostrar la entrega de valor continua. Inicialmente podría resultar complicado, pero las interacciones pueden mejorar rápidamente.

En la implementación práctica de 5G en una empresa de telecomunicaciones que realicé en colaboración con muchos colegas, no pudimos utilizar COSMIC para medir el tamaño de las piezas de Software construidas, debido por lo que se vuelve un área de oportunidad realizarlo en un futuro.

Otra limitación, como fue descrito en este estudio, es sobre proyectos de Software que tienen muy bien acotado el alcance. Me refiero al cambio de tecnología necesario para implementar 5G SA. En este caso, los requerimientos son claros desde un inicio. Además, al constantemente necesitar adquisiciones y contratos, entonces su gestión debería ser más de tipo cascada o tradicional. El diseño del cambio debe estar concluido antes de comenzar con su implementación, por ejemplo, el diseño de la infraestructura, las capacidades, dónde se instalará, si será propia o arrendada, dónde se colocarán mecanismos de seguridad y de qué tipo, qué proveedor te ofrece mejor soporte, mejor disponibilidad de los sistemas, etc.

## Anexos

### Anexo A: Monetización B2B de 5G

El B2B es una abreviatura que hace referencia del modelo Business to Business que puede traducirse como “de negocio a negocio”. Básicamente se trata de relaciones comerciales entre empresas [43].

El principal motivador de una organización de telecomunicaciones debe ser la innovación y estar en la vanguardia tecnológica y también brindar el acceso a diversos servicios como internet a la mayor cantidad de población posible. Sin embargo, un aspecto importante es también como pueden obtenerse beneficios económicos de la tecnología 5G.

Es una realidad que se necesita una inversión de varios millones de dólares en infraestructura, proyectos de actualización y Software, por lo que es importante que un operador de telecomunicaciones pueda ofrecer productos o servicios para obtener ganancias.

La primera investigación que un operador debe realizar es entender necesidades, expectativas y tendencias, acercándose a los consumidores y empresas para saber cómo innovar. A raíz de la pandemia que golpeó al mundo en 2020, muchos hábitos cambiaron, incluyendo la manera de comunicarse, cambiando muchos a videollamadas por ejemplo.

La condición anterior forzó a muchas empresas a cambiar. Una de las palabras esenciales es la resiliencia, para recibir el golpe y tener la capacidad de recuperarse y continuar la operación. Algunas empresas en cierto momento comenzaron a solicitar mayor cobertura, mayor ancho de banda y el uso de ciertas aplicaciones móviles para poder continuar en el mercado.

Es recomendable que un operador de telecomunicaciones tenga instalaciones y equipos de trabajo dedicados a la innovación, donde un cliente empresarial pueda llegar sus necesidades y al mismo tiempo tantas ideas que se le hayan ocurrido; la labor del equipo es entonces apoyar al cliente con su proceso para concretar la idea y ofrecerle un producto o servicio que resuelva sus problemas.

Si analizamos la evolución de las tecnologías móviles, donde cambiaron los servicios de voz de analógico a digital y mejorar el ancho de banda de servicio de datos, 5G está enfocada en la comunicación también entre dispositivos; es decir, anteriormente era una llamada a otra, pero con este último cambio un dispositivo puede realizar consultas a otro servicio cercano o internet y tomar acciones dependiendo de la respuesta.

Sin embargo, no es posible satisfacer las necesidades al 100%, pero sí que pueden tenerse algunas soluciones estándar. Según los registros del INEGI, más del 99% de las empresas con PyMES [44]. Además de buscar la conectividad a internet, estos clientes solicitan una solución integral. Algunas empresas en la actualidad solicitan no solamente a las telecomunicaciones como medio para acceder a internet, sino también como:

Servicio de gestión: no solamente el acceso a internet, sino también que el operador provea los mecanismos de escalación, seguridad, monitoreo, entre otras.

- IoT
- Redes privadas.
- Automatización.

Guiar a las empresas en los caminos de la evolución y transformación; es decir, el operador de telecomunicaciones apoya a las empresas a “hacer mejor lo que hago”. Generalmente a los clientes empresariales no les importa si la solución que se les ofrece es 4G o 5G o es red dirigida o inalámbrica, etc. Es decir, la tecnología con la que se solucionan los problemas se vuelven transparentes. Entonces se vuelve mucho más importante la relación comercial que se genera con cada cliente [45].

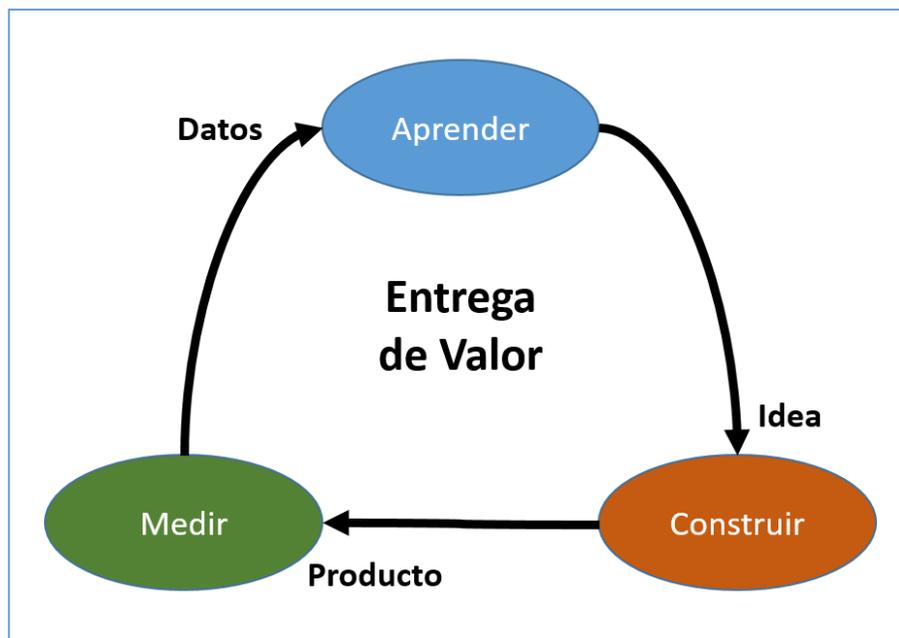


Ilustración 34. Flujo de B2B

En la medida en la que la solución tecnológica que ofrezcan los operadores apoye a aumentar la productividad de otra empresa y por ende sus ganancias, entonces estará de acuerdo en continuar adquiriendo las soluciones. El 5G puede ser visto como un servicio complementario a la conectividad que podría realizarse con fibra óptica. Es decir, el territorio mexicano es muy extenso, y existen lugares donde no llega la fibra, por lo que el 5G se vuelve una alternativa notable.

Inclusive si una empresa cuenta ya con servicios de fibra, puede complementarse con 5G para tener una alternativa en caso de que falle o si se necesita una gran cantidad de dispositivos conectados a internet. Por ejemplo, dentro de una fábrica podrían tenerse una gran cantidad de dispositivos conectados en una red privada sin salir a internet, y al mismo tiempo comunicarse con otra planta en otra región o país.

La tecnología 5G puede ser utilizada en eventos masivos; actualmente existen limitaciones y afectaciones en el servicio, malas experiencias de usuarios en lugares donde concurre un gran número de personas. Por ejemplo, en eventos deportivos o conciertos, un proveedor de tecnología 5G puede ofrecer sus servicios con infraestructura móvil.



Ilustración 35. Algunas aplicaciones de 5G

La tecnología 5G permite también hacer “Network slicing”, lo que significa que por un mismo canal un operador puede asignar diferentes calidades de servicio dependiendo del uso que se le asigne. Por ejemplo, un mismo canal puede ser dividido entre suscriptores masivos cuyo uso probablemente sea mayor por redes sociales o videos, algún hospital, donde se necesita mucha menor latencia y seguridad, alguna fábrica, etc.

Un ejemplo real en España de la fábrica Gestamp de componentes de vehículos junto con un operador de telecomunicaciones local, implementaron una solución 5G de la mano con Inteligencia Artificial para mejorar y automatizar los procesos y decisiones. A grandes rasgos, el motor de IA ejecuta en una simulación la producción de toda o partes de la cadena tomando en cuenta los parámetros de entrada del mundo real, como materiales, temperatura, medidas, etc. y toma decisiones con base en ella. Por ejemplo, si determina que aumentando un grado Celsius en alguna parte del proceso se obtiene un resultado mejor, lo implementa sin necesidad de supervisión o una toma de decisión humana. La 5G es necesaria para tomar en cuenta todas las variables en la

producción (IoT) y permitir la conexión entre todos de manera inalámbrica, lo que a su vez reduce costos de mantenimiento [45].

Como conclusión, existen muchas formas en las que la tecnología 5G puede monetizarse, algunas de ellas seguramente no se conocen. La idea es que puede ser el mismo operador de telecomunicaciones o algún tercero quien las ofrezca. Sin embargo, la palabra clave para que estas oportunidades sean aprovechadas es la innovación.

## Anexo B: Valores y principios en la agilidad y Scrum

Los valores ágiles que se definen en el manifiesto agile son 4 y son los pilares sobre los cuales se apoya la cultura agile que define una forma de pensar y de hacer las cosas. Todos ellos nos sirven como guía para que nuestras acciones y decisiones estén orientadas hacia el cumplimiento de los mismos y, de esta forma, garanticemos el estar inmersos en esa cultura ágil [46].

Valores en la agilidad:

- Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas
- Software funcionando sobre documentación extensiva
- Colaboración con el cliente sobre negociación contractual
- Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan

Principios en la agilidad:

1. Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software con valor.
2. Aceptamos que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo. Los procesos Ágiles aprovechan el cambio para proporcionar ventaja competitiva al cliente.
3. Entregamos software funcional frecuentemente, entre dos semanas y dos meses, con preferencia al periodo de tiempo más corto posible.
4. Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajamos juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.
5. Los proyectos se desarrollan en torno a individuos motivados. Hay que darles el entorno y el apoyo que necesitan, y confiarles la ejecución del trabajo.
6. El método más eficiente y efectivo de comunicar información al equipo de desarrollo y entre sus miembros es la conversación cara a cara.
7. El software funcionando es la medida principal de progreso.
8. Los procesos Ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios debemos ser capaces de mantener un ritmo constante de forma indefinida.
9. La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la Agilidad.
10. La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.
11. Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos auto-organizados.
12. A intervalos regulares el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para a continuación ajustar y perfeccionar su comportamiento en consecuencia.

### Pilares de Scrum:

- **Transparencia:** Este pilar se basa en dejar muy clara toda la información que se genere en el proyecto, para que todos los miembros tengan igual conocimiento de lo que ocurre. Cuando cada integrante del equipo de trabajo sabe exactamente lo que sucede en todas las etapas del proyecto, tendrá mejor entendimiento y una visión global del mismo. Por ejemplo, en una reunión de planificación se pone a disposición del Equipo Scrum toda la información acerca de lo que va a hacer en el sprint; el Scrum Diario, suministra la visión de las actividades diarias, los problemas y cómo se ejecuta el trabajo; la Revisión del Sprint ofrece transparencia sobre los logros, resultados y el progreso.
- **Inspección:** Para este pilar es importante realizar la inspección continua de los artefactos y del progreso del de proyecto en el sprint, así poder identificar fallas y hacer los correctivos necesarios en las variables de la etapa del Scrum. Este pilar se lleva a cabo durante las revisiones de planificación del Sprint: el Daily Sprint, el Sprint Review y el Sprint retrospectivo. Este proceso tiene como finalidad principal que todo fluya de forma organizada en el proyecto y el equipo Scrum, evitando la percepción de una evaluación de las tareas rutinarias. Esta estrategia incentiva los valores del Scrum en los integrantes porque se sienten más motivados que observados.
- **Adaptación:** Este pilar es fundamental al momento de realizar ajustes a un proyecto, ya que permite al equipo acoplarse al nuevo lineamiento sin problema. En el desarrollo del Sprint, si se observa algo que se puede mejorar, se ajustará, y por lo tanto todo el equipo Scrum deberá también adaptarse a ese cambio. Este contexto será la clave para alcanzar el éxito en proyectos de mayor envergadura, ya que requieren constantemente ajustes. [47]

### Valores en Scrum:

A medida que los siguientes valores se permean en el equipo scrum, los pilares antes descritos se vuelven realidad. Es decir, los pilares están apoyados sobre los valores:

- **Coraje:** Para hacer las cosas bien y trabajar en los problemas difíciles, saliendo de la zona de confort.
- **Focalización:** En el trabajo del sprint y los objetivos del equipo.
- **Compromiso:** En finalizar de forma exitosa cada iteración según las metas del equipo.
- **Respeto:** Tanto entre los miembros del equipo como fuera de éste, se confía en la profesionalidad de los demás y se respeta el resto de opiniones para lograr ser más capaces e independientes.
- **Apertura:** Del equipo e interesados, a todo el trabajo y a los desafíos que se les presenten al realizarlo. [48]

## Anexo C: Señalización Diameter y Service Based Interface (SBI)

El protocolo Diameter es la evolución de Radius y corrige algunos problemas de confianza, escalamiento, seguridad y flexibilidad. Permite realizar la autenticación, autorización y contabilidad (authentication, authorization and accounting - AAA).

Es el protocolo de comunicación entre los elementos de red de un sistema LTE. Aquellos que interactúan con el Online Charging System (OCS) se separan por interfaces, siendo:

- Gy: Entre PGW y OCS, para realizar el cobro en línea.
- Sy: Entre PCRF y OCS, para establecer políticas en línea.
- Ro: Entre IMS y OCS, para cobro en línea.

Los mensajes entre los elementos de red deben ser construidos con ciertas características, con base en el estándar, algunas partes son mandatorias o pueden no estar incluidas, con base en la siguiente tabla, donde CCR es Credit Control Request y CCA es Credit Control Answer. El segundo es respuesta al primero [49]:

Atributo	CCR	CCA	Atributo	CCR	CCA
Acct-Multi-Session-Id	0-1	0-1	Origin-Realm	1	1
Auth-Application-Id	1	1	Origin-State-Id	0-1	0-1
CC-Correlation-Id	0-1	0	Proxy-Info	0+	0+
CC-Session-Failover	0	0-1	Redirect-Host	0	0+
CC-Request-Number	1	1	Redirect-Host-Usage	0	0-1
CC-Request-Type	1	1	Redirect-Max-Cache-Time	0	0-1
CC-Sub-Session-Id	0-1	0-1	Requested-Action	0-1	0
Check-Balance-Result	0	0-1	Requested-Service-Unit	0-1	0
Cost-Information	0	0-1	Route-Record	0+	0+
Credit-Control-Failure-Handling	0	0-1	Result-Code	0	1
Destination-Host	0-1	0	Service-Context-Id	1	0
Destination-Realm	1	0	Service-Identifier	0-1	0
Direct-Debiting-Failure-Handling	0	0-1	Service-Parameter-Info	0+	0
Event-Timestamp	0-1	0-1	Session-Id	1	1
Failed-AVP	0	0+	Subscription-Id	0+	0
Final-Unit-Indication	0	0-1	Termination-Cause	0-1	0
Granted-Service-Unit	0	0-1	User-Equipment-Info	0-1	0
Multiple-Services-Credit-Control	0+	0+	Used-Service-Unit	0+	0
Multiple-Services-Indicator	0-1	0	User-Name	0-1	0-1
Origin-Host	1	1	Validity-Time	0	0-1

Ilustración 36. Atributos en señalización Diameter

La evolución hacia la comunicación en la tecnología 5G es el Service Based Interface (SBI), donde básicamente la idea es que cada uno de los elementos de red expone el o los servicios con sus respectivos parámetros y cada cliente los consume mediante servicios Web.

Para el Charging Function (CHF), el servicio expuesto para interactuar con los elementos de red y realizar las funciones de tasado, se llama Charging Data Request, cuya respuesta es el Charging Data Answer. Los parámetros necesarios en estos mensajes son [50]:

Atributo	CDR	CDA
subscriberIdentifier	0-1	0
nfConsumerIdentification	1	0
chargingId	0-1	0
invocationTimeStamp	1	1
invocationSequenceNumber	1	1
retransmissionIndicator	0-1	0
oneTimeEvent	0-1	0
oneTimeEventType	0-1	0
notifyUri	0-1	0
supportedFeatures	0-1	0-1
serviceSpecificationInfo	0-1	0
multipleUnitUsage	0+	0
triggers	0+	0+
invocationResult	0	0-1
sessionFailover	0	0-1
multipleUnitInformation	0	0+

*Ilustración 37. Atributos en señalización SBI*

En conclusión, aunque el intercambio para realizar las funciones de tasado se parezca, es importante notar que cambia de Diameter en 4G a servicio Web en 5G, lo que podría implicar cambios en el soporte y mantenimiento en la operación.

Tanto el OCS como el CHF, tienen muchas más funciones adicionales con diferentes parámetros, que pueden ser consultadas para mayor detalle en:

- OCS: 3GPP TS 32.251.
- CHF: 3GPP TS 32.291.

## Bibliografía

- [1] Equipo de Expertos en Ciencia y Tecnología, "Evolución de la red de comunicación móvil, del 1G al 5G," Universidad Internacional de Valencia, 21 03 2018. [Online]. Available: <https://www.universidadviu.com/int/actualidad/nuestros-expertos/evolucion-de-la-red-de-comunicacion-movil-del-1g-al-5g>. [Accessed 10 2023].
- [2] Telcel, "Conoce el mundo 5G," Telcel, [Online]. Available: <https://www.telcel.com/personas/la-red-de-mayor-cobertura/red-tecnologia/5g>. [Accessed 10 2023].
- [3] AT&T, "¿Qué es AT&T 5G?," AT&T, 2022. [Online]. [Accessed 10 2023].
- [4] Movistar, "Movistar 5G," Movistar, [Online]. Available: <https://www.movistar.com.mx/5G>. [Accessed 10 2023].
- [5] T. S. Group, "Project Success quick card," Boston, Estados Unidos, 2020.
- [6] Mordor Intelligence, "Análisis del tamaño y la participación del mercado global de infraestructura 5G tendencias y pronósticos de crecimiento (2023 - 2028)," Mordor Intelligence, 2022. [Online]. Available: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/5g-infrastructure-market>. [Accessed 10 2023].
- [7] I. F. d. Telecomunicaciones, "Todo lo que debes saber sobre la Preponderancia en telefonía móvil," IFT, [Online]. Available: [ift.org.mx](http://ift.org.mx). [Accessed 07 2023].
- [8] P. N. a. B. Randell, Report on a conference sponsored by the NATO SCIENCE COMMITTEE, Bélgica: Scientific Affairs Division, 1969.
- [9] P. F. R. Bourque, Swebok v3.0 - Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, IEEE, 2014.
- [10] H. Oktaba, Introducción a Ingeniería de Software, Ciudad de México: UNAM, 2021.
- [11] T. S. Group, "Chaos report 2015," Boston, Estados Unidos, 2015.
- [12] I. The Standish Group International, "About The Standish Group," The Standish Group, [Online]. Available: <https://www.standishgroup.com/about>. [Accessed 10 octubre 2022].
- [13] T. S. Group, "CHAOS MANIFESTO 2015," Boston, Estados Unidos, 2015.
- [14] T. S. Group, "CHAOS A recipe for success," Boston, Estados Unidos, 1999.

- [15] T. S. Group, "Chaos summary 2009," Boston, Estados Unidos, 2009.
- [16] The Standish Group, "The laws of CHAOS and the CHAOS 100 best PM Practices.," *CHAOS Manifesto*, p. 54, 2020.
- [17] F. K, "Release 15," 3GPP, [Online]. Available: [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org). [Accessed 10 febrero 2022].
- [18] S. CCNA, "What is AAA? Authentication, Authorization & Accounting," Strudy CCNA, 2015. [Online]. Available: <https://study-ccna.com/about/>. [Accessed 10 octubre 2022].
- [19] O. M. Group, Kernel and Language for Software Engineering Methods, Object Management Group, 2015.
- [20] D. A. S. Carmona, Análisis de la estructura organizacional de las empresas de comunicaciones móviles en la gerencia de proyectos, Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2014.
- [21] K. Zaragoza, "KPI's Hablemos de calidad," *Incitrus*, p. 5, 2021.
- [22] M. Ochoa, "Medir productividad empresarial," Telcel, [Online]. Available: <https://www.telcel.com/empresas/tendencias/notas/medir-productividad-empresarial>. [Accessed 10 2023].
- [23] MAXPOT, "Linkedin," MAXPOT, 05 08 2022. [Online]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/sabes-la-diferencia-entre-m%C3%A9tricas-indicadores-y-kpis-maxpotmx>. [Accessed 10 2023].
- [24] K. & S. J. Schwaber, La guía definitiva de Scrum: Las reglas del juego, [scrum.org](http://scrum.org), 2020.
- [25] Universidad Anáhuac, "Habilidades blandas y duras: ¿cuál es su diferencia?," 2022.
- [26] M. Rehkopf, "Historias de Usuario con ejemplos y plantilla," Atlassian, [Online]. Available: <https://www.atlassian.com/es/agile/project-management/user-stories>. [Accessed 14 enero 2023].
- [27] D. Radigan, "Puntos de historia y estimación," Atlassian, [Online]. Available: <https://www.atlassian.com/es/agile/project-management/estimation>. [Accessed 28 01 2023].
- [28] C. Symons, A Guide to Software Size, Common Software Measurement International Consortium, 2020.
- [29] E. L. H. Morales, Aplicación de COSMIC en conjunto con la metodología SCRUM, Ciudad Universitaria: UNAM, 2022.
- [30] A. G. G. José Othoniel Chamú Arias, "La importancia de separar los ambientes de trabajo en el desarrollo de los productos de software," *DGTIC, UNAM*, no. Boletín 13, 2020.

- [31] Parabol, "13 Effective Sprint Retrospective Techniques and Tips," Parabol, 2023. [Online]. Available: <https://www.parabol.co/resources/agile-sprint-retrospective-techniques/>. [Accessed 07 04 2023].
- [32] I. O. Cuevas, "Introducción a la Administración," in *Normatividad y buenas prácticas*, Ciudad Universitaria, UNAM, 2022.
- [33] Asana, "Qué es la deuda técnica y cómo saldarla," Asana, 01 2023. [Online]. Available: <https://asana.com/es/resources/technical-debt>. [Accessed 10 2023].
- [34] R. Obando, "Mejora de procesos: qué es, metodologías, herramientas y ejemplos," Hubspot, 01 03 2023. [Online]. Available: <https://blog.hubspot.es/sales/mejora-procesos>. [Accessed 24 04 2023].
- [35] J. Gale, "Makigami – the method for making the unknown known for process improvement," *Gluu*, 2022.
- [36] J. A. M. Sáenz, *Resistencia al cambio tecnológico: un estudio de campo en México*, Tecnológico de Monterrey, 2001.
- [37] J. Stoner, *Administración*, México: Prentice Hall, 1994.
- [38] T. Guardian, "Focusing on value of teamwork," *The Guardian*, p. 4, 27 03 1999.
- [39] G. H. Sola, "¿Cómo construyo un equipo multifuncional?," 8 2022. [Online]. Available: <https://www.scrum.org/resources/blog/como-construyo-un-equipo-multifuncional>. [Accessed 5 2023].
- [40] P. Lencioni, *The Five Dysfunctions of a Team*, Empresa Activa, 2002.
- [41] A. M. Andrada, "UNADE," 1 2021. [Online]. Available: <https://unade.edu.mx/modelo-tuckman/>. [Accessed 5 2023].
- [42] I. Pérez, "Mónica Aspe, pionera del 5G," *El Universal*, febrero 2022.
- [43] Santander, "¿Qué es el B2B?," Santander, 25 09 2022. [Online]. Available: [becas-santander.com](https://becas-santander.com). [Accessed 20 03 2023].
- [44] INEGI, "Demografía de los establecimientos MIPYME en el contexto de la pandemia por COVID-19," *Comunicado de Prensa*, p. 6, 07 2022.
- [45] Amdocs, AT&T, Telefónica, Totalplay, "Mercado 5G B2B," in *Enrich Cala Hybrid, segunda temporada*, CDMX, 2022.
- [46] BBVA España, "Valores y Principios que conforman el manifiesto ágil," [Online]. Available: <https://www.bbva.es/finanzas-vistazo/agile/metodologia-agile/valores-principios-manifiesto-agil.html>.

- [47] I. Learning, "InGenio Learning," InGenio Learning, [Online]. Available: <https://ingenio.edu.pe/blog/cuales-son-los-3-pilares-de-scrum-y-para-que-sirven/>. [Accessed 10 octubre 2022].
- [48] A. J. R. Córdoba, "Pilares y valores de Scrum," 21 septiembre 2018. [Online]. Available: <https://www.antoniojesusruiz.es/pilares-y-valores-de-scrum>. [Accessed 13 octubre 2022].
- [49] 3GPP, 3GPP TS 32.251, Charging management in Packed Switched domain, 3GPP, 2015.
- [50] 3GPP, 3GPP TS 32.291, Charging Management in 5G System, 3GPP, 2023.
- [51] RedHat, "¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)?," 20 Enero 2023. [Online]. Available: <https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot>.
- [52] D. A. I. V. Ortiz, "Comunicación asertiva: la clave de las relaciones interpersonales satisfactorias," Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo.
- [53] G. Aridjis, "Comunicación no violenta," in *Instituto de Ingeniería UNAM*, Ciudad de México, 2019.
- [54] AT&T México, "Portal de atención a clientes," AT&T México, 2023. [Online]. Available: <https://www.att.com.mx/atencion-a-clientes.html>. [Accessed 10 2023].