



Gestión remota de calefactor eléctrico para el hogar

Autor:

Ing. Leonardo Mancini

Director:

Mg. Ing. Diego Javier Brengi (INTI)

Codirector:

Ing. Salvador Tropea (INTI)

Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos entre el 26 de abril de 2022 y el 14 de junio de 2022.

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
1.1 Detalle de funcionalidad a implementar	5
2. Identificación y análisis de los interesados	6
3. Propósito del proyecto	6
4. Alcance del proyecto	7
5. Supuestos del proyecto.	7
6. Requerimientos	7
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	9
8. Entregables principales del proyecto	10
9. Desglose del trabajo en tareas	11
10. Diagrama de Activity On Node.	12
11. Diagrama de Gantt	13
12. Presupuesto detallado del proyecto	16
13. Gestión de riesgos	16
14. Gestión de la calidad	17
15. Procesos de cierre	18

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	26 de abril de 2022
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	10/05/2022
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive	17/05/2022

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 26 de abril de 2022

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Leonardo Mancini que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Internet de las Cosas se titulará “Gestión remota de calefactor eléctrico para el hogar”, consistirá esencialmente en la implementación de un prototipo de un sistema de conexión a internet de calefactor eléctrico, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$XXX, con fecha de inicio 26 de abril de 2022 y fecha de presentación pública 15 de mayo de 2023.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Sr. Pablo Barbero
Intelligentgas

Mg. Ing. Diego Javier Brengi
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El presente proyecto plantea desarrollar una solución IoT (Internet of F Things) para calefactores eléctricos comercializados por la empresa Intelligentgas. El proyecto es realizado como parte del trabajo final de la Especialización en Internet de las Cosas, mediante convenio con el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Actualmente la empresa comercializa soluciones IoT enfocadas en el control y monitoreo de sensores de diversos gases. La empresa tiene como objetivo ingresar al mercado de los smart home desarrollando electrodomésticos con características de IoT. El producto que se encuentra desarrollando en este momento es un calefactor eléctrico. En el mercado argentino no existen productos similares, por lo que para la empresa es un nicho en el cual innovar. La posibilidad de configurar en forma remota, monitorear su uso y consumo lo dotarán de una característica importante, tanto por una cuestión ambiental como comercial. Para lograr este objetivo, es que se da inicio al proyecto de brindarle conectividad a Internet mediante el desarrollo del módulo de comunicaciones. Cabe destacar que la comunicación no es el único objetivo de la solución, ya que un valor agregado directamente para el cliente es la de poder tener datos que le permitirán conocer las costumbres de uso de los usuarios. Por lo tanto la solución planteada es una infraestructura IoT además del desarrollo del módulo WiFi.

1.1. Detalle de funcionalidad a implementar

La solución planteada consta de:

- Módulo de comunicación WiFi que permite conectar el calefactor a Internet. Mediante este módulo el calefactor podrá ser configurado y enviar datos al usuario final. La comunicación será mediante el protocolo MQTT, cuyo broker se encontrará en un servidor web.
- Servidor en la nube, en donde se encontrará la base de datos con información de cada calefactor y de cada usuario.
- Aplicación móvil mediante la cual el usuario podrá interactuar con los calefactores de su propiedad.

El desarrollo del sistema permitiría a cada usuario configurar y monitorear los calefactores de su propiedad. También permitirá encender/apagar los calefactores en determinado rango de tiempo y/o por distancia geográfica (Si deja el hogar/está volviendo al hogar). En la Figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema, sus principales componentes y como interactúan.

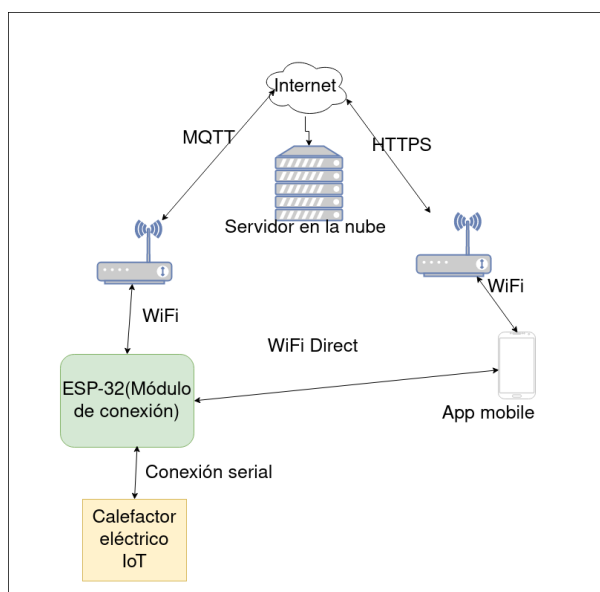


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organi-zación	Puesto
Auspiciante	-	-	-
Cliente	Sr. Pablo Barbero	Intelligentgas	-
Responsable	Ing. Leonardo Mancini	FIUBA	Alumno
Orientador	Mg. Ing. Diego Javier Brengi	INTI	Director Trabajo final
Usuario final	Usuarios de calefactores IoT	-	-

- Director: muy detallista en los procesos de gestión de proyectos. Se programan las reuniones mediante meet durante el mediodía en forma semanal.
- Cliente: tiene conocimientos técnicos, ya cuenta con desarrollos similares. Se puede comunicar por teléfono en cualquier momento. También solicita guardar confidencialidad en detalles técnicos/comerciales al ser un producto comercial.

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es brindar funcionalidad IoT a los calefactores comercializados por la empresa del cliente. El objetivo se logrará con el desarrollo de un módulo de comunicaciones WiFi que permitirá enviar y recibir eventos entre un servidor en la nube y el calefactor. De esta forma se podrá monitorear e interactuar en forma remota y lograr un uso más eficiente del calefactor.

4. Alcance del proyecto

El desarrollo del presente proyecto incluye:

- Desarrollo de firmware para modulo de conexión WiFi.
- Desarrollo de aplicación móvil híbrida para el usuario final, que permitirá monitorear/configurar el calefactor.
- Desarrollo de servidor en la nube.
- Construcción de prototipo de hardware.

El desarrollo no incluirá:

- Construcción del producto final.
- Gestión de usuarios con Third Party.
- Distribución comercial de las aplicaciones.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- El cliente proveerá el hardware controlador del calefactor.
- El cliente proveerá el hardware de conexión WiFi (Módulo ESP-32)
- El cliente proveerá acceso a los servidores de Google Cloud Platform
- Durante el cursado de la especialidad se obtendrán los conocimientos necesarios para lograr el objetivo.
- Acceso a los repositorios de Android/iOS para la publicación.

6. Requerimientos

1. Requerimientos funcionales:

- 1.1. El usuario debe poder dar de alta, baja y modificar calefactores en el sistema.
- 1.2. El calefactor debe medir la temperatura ambiente, en grados centígrados y con una precisión de $\pm 0.5^\circ \text{C}$
- 1.3. El usuario debe poder setear la temperatura del calefactor en grados centígrados.

- 1.4. El usuario debe poder configurar hora y fecha de encendido y apagado de cada calefactor.
- 1.5. El usuario debe poder configurar una distancia de apagado/encendido automático, en un rango de 1-50 km.
- 1.6. El usuario puede setear valor de kWh (Kilo-watt hora).
- 1.7. El usuario puede consultar el consumo de energía en kWh en el mes en curso.
- 1.8. Se debe registrar las coordenadas geográficas de cada calefactor en el sistema.
2. Requerimientos del módulo embebido:
 - 2.1. Se debe poder configurar la red WiFi
 - 2.2. Se debe poder configurar el reloj interno.
 - 2.3. La comunicación con la electrónica del calefactor debe ser serial
 - 2.4. Debe informar los datos de temperatura al servidor cada 10 segundos
 - 2.5. En caso de mal funcionamiento, no detectar temperatura, informar el error mediante MQTT al servidor.
3. Requerimientos de Comunicaciones:
 - 3.1. El calefactor debe permitir ser configurado mediante WiFi Direct.
 - 3.2. El calefactor debe poder ser accedido mediante Internet para ser configurado y mostrar la temperatura actual.
 - 3.3. El protocolo de comunicación entre servidor y calefactor debe ser bi-direccional, mediante MQTT.
 - 3.4. Las rutas MQTT para identificar cada calefactor deben seguir una jerarquía: /usuario/usuario/ubicacion/ubicacion/calefactor/calefactor
 - 3.5. La comunicación entre el dispositivo móvil y el servidor debe ser mediante APIs REST
 - 3.6. El servidor, si está configurado el aviso por cercanía, debe enviar evento al calefactor.
4. Requerimientos de la aplicación móvil:
 - 4.1. La aplicación móvil debe mostrar listado de calefactores del usuario conectado.
 - 4.2. La aplicación móvil debe mostrar la temperatura actual del ambiente y el seteo del calefactor.
 - 4.3. La aplicación móvil debe permitir ingresar el costo de kWh en el sistema, para calcular costos de consumo.
 - 4.4. La aplicación móvil debe mostrar el consumo en kW y el costo en pesos acumulados en el mes actual.
 - 4.5. La aplicación móvil debe permitir recibir y mostrar notificaciones cuando ocurre un evento con alguno de los calefactores
 - 4.6. Debe permitir un login.
 - 4.7. La aplicación móvil debe capturar, en una frecuencia de 10 minutos, las coordenadas.
 - 4.8. La aplicación móvil debe calcular si se encuentra geográficamente en el rango de la ubicación del calefactor, y enviar evento al servidor.
5. Requerimientos no funcionales:

- 5.1. El módulo de comunicaciones debe permitir la configuración de red WiFi mediante WPS.
- 5.2. El servidor, con el broker y su base de datos deben estar alojados en un entorno cloud.
- 5.3. Los datos enviados por mqtt deben estar cifrados con TLS.
- 5.4. La comunicación con la API Rest debe ser mediante HTTPs
- 5.5. La aplicación móvil debe utilizar componentes de "Material Design"

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

La ponderación de las historias de usuario se realizará a través de story points. Para determinar el puntaje para cada historia, se evaluará cada una de ellas de acuerdo a tres aspectos: cantidad de trabajo a realizar, complejidad e incertidumbre. Por cada aspecto se utilizarán las siguientes escalas:

- Cantidad de trabajo:

- Alta: 8
- Media: 5
- Baja: 1

- Complejidad:

- Alta: 8
- Media: 5
- Baja: 1

- Incertidumbre:

- Alta: 5
- Media: 3
- Baja: 0

Se utilizará la escala de fibonacci para determinar el puntaje final: 0,1,1,2,3,5,8,13,21. Utilizando estas escalas y evaluando los tres aspectos, se procede a sumar el puntaje final, redondeando al próximo valor de fibonacci más cercano. Si el puntaje supera los 21 puntos, la historia deberá dividirse en historias más pequeñas.

1. Como usuario del calefactor quiero configurar la temperatura del mismo para que el calefactor pueda calefaccionar el ambiente donde se ubica.

- Cantidad de trabajo: Media
- Complejidad: Media
- Incertidumbre: Baja
- Puntos: 13

2. Como usuario del calefactor quiero configurar hora/apagado de encendido para poder programar la calefacción del hogar.
 - Cantidad de trabajo: Media
 - Complejidad: Media
 - Incertidumbre: Media
 - Puntos: 13
3. Como usuario del calefactor quiero recibir notificaciones de mal funcionamiento para poder saber que el calefactor ha dejado de funcionar en el momento que suceda.
 - Cantidad de trabajo: Alta
 - Complejidad: Media
 - Incertidumbre: Media
 - Puntos: 21
4. Como usuario del calefactor quiero configurar el valor, en pesos, del kWh para que se puedan realizar los gastos en un periodo de tiempo.
 - Cantidad de trabajo: Baja
 - Complejidad: Baja
 - Incertidumbre: Baja
 - Puntos: 2
5. Como usuario del calefactor quiero obtener el consumo de electricidad mensual para poder obtener los gastos en un periodo de tiempo.
 - Cantidad de trabajo: Media
 - Complejidad: Baja
 - Incertidumbre: Baja
 - Puntos: 8
6. Como usuario del calefactor quiero activar encendido/apagado por distancia para poder automatizar cuando salgo del hogar.
 - Cantidad de trabajo: Baja
 - Complejidad: Baja
 - Incertidumbre: Media
 - Puntos: 5

8. Entregables principales del proyecto

- Manual de uso, incluyendo diagramas de arquitectura.
- Broker MQTT

- Repositorios de Código fuente del módulo de comunicaciones, backend y aplicación híbrida.
- Base de datos del servidor
- API RESTs para el backend
- Prototipo funcional de aplicación para el usuario final.
- Informe final del proyecto.
- Scripts para el despliegue de los distintos módulos.

9. Desglose del trabajo en tareas

1. Investigación preliminar.
 - 1.1. Investigación hardware provisto por trama de datos enviados al modulo WiFi (tantas 30hs).
 - 1.2. Investigación configuración WPS del módulo WiFi (20 hs).
 - 1.3. Investigación configuración protocolo MQTT en modulo WiFi (10hs).
2. Desarrollo de firmware (embebido en módulo WiFi).
 - 2.1. Creación y configuración de repositorio de código.(2hs).
 - 2.2. Desarrollar módulos de conectividad WiFi y WiFi Direct (20hs).
 - 2.3. Desarrollar módulo de comunicación serial con calefactor eléctrico (20 hs).
 - 2.4. Análisis de eventos a enviar/recibir por MQTT (10 hs).
 - 2.5. Desarrollo de módulo MQTT (20 hs).
 - 2.6. Generación de certificado de seguridad para TLS (5hs).
 - 2.7. Desarrollo configuración de clock interno de módulo WiFi (20 hs).
 - 2.8. Prueba de configuración de clock (15 hs).
 - 2.9. Prueba de configuración y conexión a red WiFi mediante WPS (5 hs).
3. Construcción de prototipo.
 - 3.1. Realizar conectividad por hardware entre el modulo WiFi y la placa controladora del calefactor(4hs).
 - 3.2. Verificar conectividad y lectura de datos de la controladora (6 hs).
4. Desarrollo de backend.
 - 4.1. Diseño de modelo de datos relacional (15hs).
 - 4.2. Instalación motor de base de datos en el servidor (5 hs).
 - 4.3. Implementación de modelo de base de datos (15 hs).
 - 4.4. Creación de repositorio para código fuente del backend (2 hs).
 - 4.5. Instalación de broker MQTT (5 hs).

- 4.6. Configuración de broker MQTT incluyendo configuración TLS (10 hs).
- 4.7. Pruebas sobre broker MQTT, verificar conexión con prototipo. (20 hs)
- 4.8. Diseño de API REST para la aplicación móvil. (20 hs)
- 4.9. Desarrollo de API REST (30 hs)
- 4.10. Despliegue de API REST en servidor (10 hs)
- 4.11. Desarrollo de modulo de mensajería para envío de notificaciones (30 hs).
- 4.12. Generación de certificado para comunicación HTTPS (2 h).
- 4.13. Preparación de datos mocks para probar endpoints de la API REST (10 hs).
- 4.14. Verificar funcionamiento de API REST (20 hs).
5. Desarrollo de aplicación móvil.
 - 5.1. Crear repositorio para código fuente de aplicación móvil (2hs).
 - 5.2. Desarrollar login de usuario (5 hs).
 - 5.3. Desarrollar funcionalidad de gestión de calefactores: alta, baja y modificación (30 hs).
 - 5.4. Desarrollar pantalla de configuración de conectividad del calefactor (Mediante WiFi direct) (15 hs).
 - 5.5. Desarrollar funcionalidad de configuración de temperatura ambiente y estado del calefactor (10 hs).
 - 5.6. Desarrollar funcionalidad de programación de encendido/apagado del calefactor (20 hs).
 - 5.7. Desarrollo de pantalla de habilitar encendido/apagado por distancia geográfica (2 hs).
 - 5.8. Desarrollo de modulo de recepción de notificaciones (15 hs).
 - 5.9. Implementar comunicación HTTPS con el backend (15 hs).
 - 5.10. Verificar funcionamiento de la aplicación con pruebas de integración end-to-end (30 hs).
6. Presentación del proyecto.
 - 6.1. Escritura del plan de proyecto (40 hs).
 - 6.2. Escritura de informe final (40 hs).

Cantidad total de horas: (623 hs).

10. Diagrama de Activity On Node

Armar el AoN a partir del WBS definido en la etapa anterior.

Indicar claramente en qué unidades están expresados los tiempos. De ser necesario indicar los caminos semicríticos y analizar sus tiempos mediante un cuadro. Es recomendable usar colores y un cuadro indicativo describiendo qué representa cada color, como se muestra en el siguiente ejemplo:

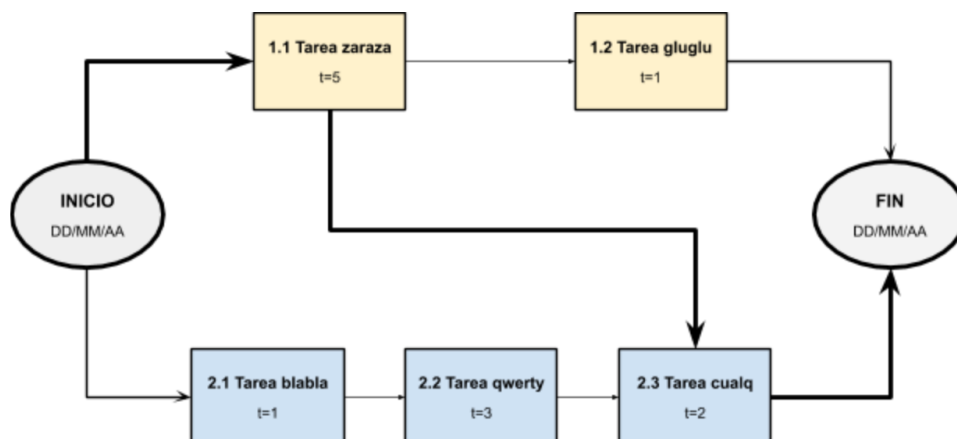


Figura 2. Diagrama en *Activity on Node*

11. Diagrama de Gantt

Existen muchos programas y recursos *online* para hacer diagramas de gantt, entre los cuales destacamos:

- Planner
- GanttProject
- Trello + *plugins*. En el siguiente link hay un tutorial oficial:
<https://blog.trello.com/es/diagrama-de-gantt-de-un-proyecto>
- Creately, herramienta online colaborativa.
<https://creately.com/diagram/example/ieb3p3ml/LaTeX>
- Se puede hacer en latex con el paquete *pgfgantt*
<http://ctan.dcc.uchile.cl/graphics/pgf/contrib/pgfgantt/pgfgantt.pdf>

Pegar acá una captura de pantalla del diagrama de Gantt, cuidando que la letra sea suficientemente grande como para ser legible. Si el diagrama queda demasiado ancho, se puede pegar primero la “tabla” del Gantt y luego pegar la parte del diagrama de barras del diagrama de Gantt.

Configurar el software para que en la parte de la tabla muestre los códigos del EDT (WBS).
Configurar el software para que al lado de cada barra muestre el nombre de cada tarea.
Revisar que la fecha de finalización coincida con lo indicado en el Acta Constitutiva.

En la figura 3, se muestra un ejemplo de diagrama de gantt realizado con el paquete de *pgfgantt*. En la plantilla pueden ver el código que lo genera y usarlo de base para construir el propio.

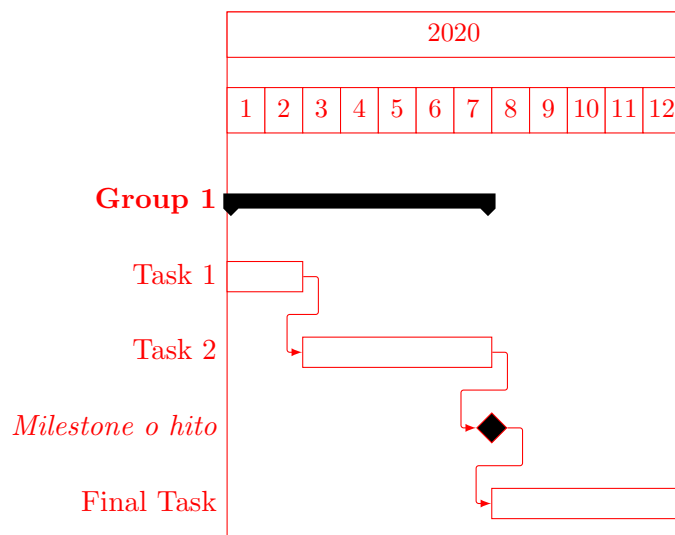


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo



Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

12. Presupuesto detallado del proyecto

Si el proyecto es complejo entonces separarlo en partes:

- Un total global, indicando el subtotal acumulado por cada una de las áreas.
- El desglose detallado del subtotal de cada una de las áreas.

IMPORTANTE: No olvidarse de considerar los **COSTOS INDIRECTOS**.

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
TOTAL			

13. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos (al menos cinco) y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: detallar el riesgo (riesgo es algo que si ocurre altera los planes previstos de forma negativa)

- Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S).
- Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

Riesgo 3:

- Severidad (S):

■ Ocurrencia (O):

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como $RPN=S \times O$)

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*

Criterio adoptado: Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a...

Nota: los valores marcados con (*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Riesgo 1: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación). Nueva asignación de S y O, con su respectiva justificación: - Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S). - Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

Riesgo 3: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

14. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

- Req #1: copiar acá el requerimiento.
 - Verificación para confirmar si se cumplió con lo requerido antes de mostrar el sistema al cliente. Detallar
 - Validación con el cliente para confirmar que está de acuerdo en que se cumplió con lo requerido. Detallar

Tener en cuenta que en este contexto se pueden mencionar simulaciones, cálculos, revisión de hojas de datos, consulta con expertos, mediciones, etc. Las acciones de verificación suelen considerar al entregable como “caja blanca”, es decir se conoce en profundidad su funcionamiento interno. En cambio, las acciones de validación suelen considerar al entregable como “caja negra”, es decir, que no se conocen los detalles de su funcionamiento interno.
Calefactor

15. Procesos de cierre

Establecer las pautas de trabajo para realizar una reunión final de evaluación del proyecto, tal que contemple las siguientes actividades:

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original:
- Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento a aplicar.
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se emplearon, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento para dejar registro.
- Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores: - Indicar esto y quién financiará los gastos correspondientes.