



el grado de riesgo, donde una revisión estructurada de los documentos puede indicar que la estimación actual es insuficiente y supone un riesgo para el proyecto.

- ✓ Estimaciones de la duración: Proporcionan evaluaciones cuantitativas de las duraciones del proyecto, que idealmente se expresan como un rango, indicando el grado de riesgo
 - ✓ Registro de incidentes: Da lugar a riesgos individuales del proyecto, y también pueden influir en el nivel de riesgo general del proyecto.
 - ✓ Registro de lecciones aprendidas: Son examinadas para determinar si riesgos similares podrían repetirse durante el resto del proyecto.
 - ✓ Documentación de requisitos: Enumera los requisitos del proyecto y permite al equipo identificar aquellos que podrían estar en riesgo.
 - ✓ Requisitos de recursos: Proporcionan evaluaciones cuantitativas de los requisitos de recursos del proyecto, que idealmente se expresan como un rango, indicando el grado de riesgo
 - ✓ Registro de interesados: Indica cuales individuos o grupos podrían participar en la identificación de riesgos para el proyecto.
-) **Acuerdos:** Los acuerdos podrían tener información tal como fechas de hitos, tipo de contrato, criterios de aceptación, premios y sanciones que pueden representar amenazas u oportunidades.
-) **Documentación de las Adquisiciones:** El detalle de los documentos de la adquisición deben ser coherentes con el valor de la adquisición planificada y con los riesgos asociados a la misma.
-) **Factores Ambientales de la Empresa:** Influyen en el proceso de identificar los riesgos.
- ✓ Material publicado
 - ✓ Investigaciones académicas
 - ✓ Resultados de estudios comparativos
 - ✓ Estudios de la industria sobre proyectos similares
-) **Activos de los Procesos de la Organización**
- ✓ Archivos del proyecto, incluidos los datos reales
 - ✓ Controles de los procesos de la organización y del proyecto
 - ✓ Formato de declaración de riesgos
 - ✓ Listas de verificación de proyectos similares anteriores



Herramientas y Técnicas:

-) **Juicio de expertos:** Los expertos con experiencia apropiada, pueden identificar los riesgos directamente, el director del proyecto debe identificar a dichos expertos e invitarlos a considerar todos los aspectos del proyecto, y a sugerir los posibles riesgos.
-) **Recopilación de Datos:**
 - ✓ Tormenta de ideas: Su meta es obtener una lista completa de los riesgos del proyecto, por lo general se efectúa con un grupo multidisciplinario de expertos.
 - ✓ Lista de verificaciones: Se desarrollan sobre la base de la información histórica y del conocimiento acumulado a partir de proyectos similares y de otras fuentes de información.
 - ✓ Entrevistas: Los riesgos individuales del proyecto y las fuentes de riesgo general del proyecto pueden ser identificados a través de entrevistas a participantes experimentados del proyecto, interesados y expertos en la materia.
-) **Análisis de datos:** Influyen en
 - ✓ Análisis de causa raíz: Descubre las causas subyacentes que ocasionan un problema para desarrollar acciones preventivas.
 - ✓ Análisis de supuestos y restricciones: Explora la validez de los supuestos y las restricciones para determinar cuáles suponen un riesgo para el proyecto. Las amenazas pueden ser identificadas a partir de la inexactitud, la inestabilidad, la incoherencia o lo incompleto de los supuestos. Las restricciones pueden dar lugar a oportunidades a través de la eliminación o relajación de un factor limitante que afecta la ejecución de un proyecto o proceso.
 - ✓ Análisis FODA: Esta técnica examina el proyecto desde cada uno de los aspectos FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) para aumentar el espectro de riesgos identificados.
 - ✓ Análisis de documentos: Los riesgos pueden ser identificados a partir de una revisión estructurada de documentos del proyecto



-) **Habilidades interpersonales y de equipo:** La facilitación mejora la efectividad de muchas de las técnicas utilizadas para identificar riesgos individuales del proyecto y las fuentes de riesgo general del proyecto
-) **Listas de ideas rápidas:** Se puede utilizar como un marco para ayudar al equipo del proyecto para la generación de ideas, utilizando las técnicas de identificación de riesgos.
-) **Reuniones:** Se lleva a cabo talleres de riesgos donde se incluye una forma de tormenta de ideas

Salidas:

-) **Registro de Riesgos:** El registro de riesgos incluye
 - ✓ Lista de riesgos identificados: Los riesgos identificados se describen con un nivel de detalle razonable, puede aplicarse una estructura sencilla para los riesgos de la lista.
 - ✓ Dueños de riesgos potenciales: Cuando el dueño de un riesgo potencial ha sido identificado durante el proceso Identificar los Riesgos, el dueño del riesgo es registrado en el registro de riesgos. Esto será confirmado durante el proceso Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos.
 - ✓ Lista de respuestas potenciales a los riesgos: A veces pueden identificarse respuestas potenciales a un riesgo durante este proceso.
-) **Informe de Riesgos:** Presenta información sobre las fuentes de riesgo general del proyecto, e información resumida sobre los riesgos individuales de proyecto identificados.
-) **Actualizaciones a los Documentos del Proyecto:**
 - ✓ Registro de supuestos: Se pueden determinar nuevos supuestos, se pueden identificar nuevas restricciones y los supuestos o limitaciones existentes pueden ser revisados y modificados.
 - ✓ Registro de incidentes: Debe ser actualizado para captar nuevos problemas descubiertos o cambios en los incidentes actualmente registrados.
 - ✓ Registro de lecciones aprendidas: Puede ser actualizado con información sobre las técnicas que fueron efectivas en la identificación de riesgos, a fin de mejorar el desempeño en las fases posteriores o en otros proyectos.

2.2.4.3. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos

De acuerdo al (PMBOK®, 6ta Edición, 2017), Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos es el proceso de priorizar los riesgos individuales del proyecto para análisis o acción posterior, evaluando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos, así como otras características. El beneficio clave de este proceso es que concentra los esfuerzos en los riesgos de alta prioridad. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.

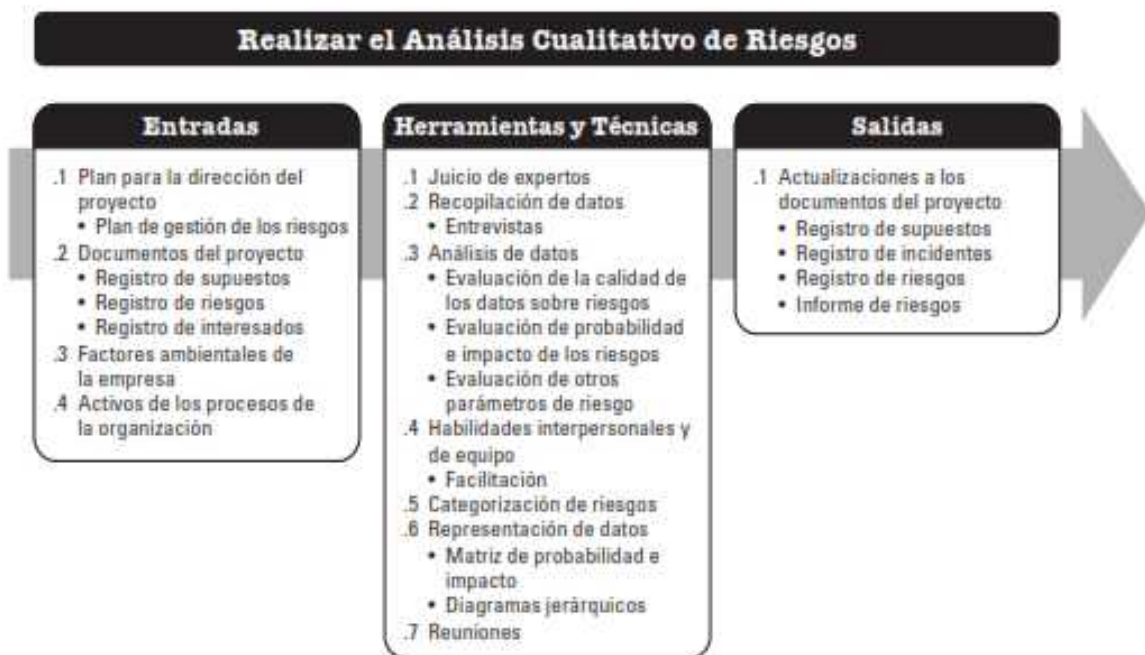


Figura 13: Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas

Fuente: Guía PMBOK® - 6ta edición, 2017

Entradas:

) Plan para la dirección del proyecto:

- ✓ Plan de gestión de riesgos: Incluyen los roles y responsabilidades para la gestión de riesgos, los presupuestos, las actividades del cronograma relativas a la gestión de riesgos, así como las categorías de riesgo, las definiciones de probabilidad e impacto y la matriz de probabilidad e impacto.

) Documentos del proyecto:

- ✓ Registro de supuestos: Se utiliza para la identificación, gestión y seguimiento de los supuestos y restricciones clave que pueden afectar al proyecto. Estos



pueden informar la evaluación de la prioridad de los riesgos individuales del proyecto.

- ✓ Registro de riesgos: Contiene detalles de cada riesgo individual del proyecto identificado que será evaluado durante el proceso Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos.
- ✓ Registro de interesados: Este incluye detalles de los interesados del proyecto que pueden ser propuestos como dueños de riesgos.

) **Factores ambientales de la empresa:**

- ✓ Estudios de la industria sobre proyectos similares
- ✓ Material publicado, incluyendo bases de datos de riesgos comerciales o listas de verificación.

) **Activos de los procesos de la organización:** Información procedente de proyectos similares anteriores completados o estudios de proyectos similares realizados por especialistas en riesgos.

Herramientas y Técnicas:

) **Juicios expertos:** Evalúan la probabilidad y el impacto de cada riesgo, para determinar su ubicación dentro de la matriz de probabilidad e impacto.

) **Recopilación de datos:** Se realizan entrevistas con el fin de fomentar evaluaciones honestas e imparciales.

) **Análisis de datos:** Se usan durante el proceso de

- ✓ Evaluación de la calidad de los datos sobre riesgos: Es una técnica para evaluar el grado de utilidad de los datos sobre riesgos, implica examinar el grado de entendimiento del riesgo, la exactitud, calidad, fiabilidad e integridad de los datos relacionados con el riesgo.
- ✓ Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos: La evaluación de la probabilidad estudia la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo específico. La evaluación del impacto investiga el efecto potencial de los mismos sobre un objetivo del proyecto, tal como el cronograma, el costo, la calidad o el desempeño, incluidos tanto los efectos negativos en el caso de las amenazas, como positivos, en el caso de las oportunidades.



- ✓ Evaluación de otros parámetros de riesgo: Puede incluir a los parámetros de urgencia, proximidad, inactividad, manejabilidad, controlabilidad, detectabilidad, conectividad, impacto estratégico, propinuidad.
-) **Habilidades interpersonales y de equipo:** La facilitación mejora la efectividad del análisis cualitativo de los riesgos individuales del proyecto. Un facilitador experto puede ayudar a los participantes a mantenerse centrados en la tarea de análisis de riesgos
-) **Categorización de riesgos:** Pueden categorizarse por fuentes de riesgo, por área del proyecto afectada u otra categoría útil para determinar qué áreas del proyecto están más expuestas a los efectos de la incertidumbre.
-) **Representación de datos:** Incluyen
 - ✓ Matriz de probabilidad e impacto: Los riesgos pueden priorizarse para realizar un análisis cuantitativo posterior y elaborar respuestas basadas en su calificación.
-) **Reuniones:** Dedicada a la discusión de los riesgos individuales del proyecto identificados. Los objetivos de esta reunión incluyen la revisión de los riesgos previamente identificados, la evaluación de la probabilidad y los impactos (y posiblemente otros parámetros de riesgo), la categorización y la priorización.

Salidas:

-) **Actualizaciones a los documentos del proyecto:** Influyen
 - ✓ Registro de supuestos: Se pueden identificar nuevas restricciones y los supuestos o limitaciones existentes pueden ser revisados y modificados.
 - ✓ Registro de incidentes: debe ser captado para captar nuevos problemas descubiertos o cambios en los incidentes actualmente registrados.
 - ✓ Registro de riesgos: Pueden incluir evaluaciones de probabilidad e impacto para cada riesgo, clasificación y calificación de riesgos, información de la urgencia o categorización, así como una lista de observación para los riesgos de baja probabilidad o que requieren análisis adicional.
 - ✓ Informe de riesgos: Se actualiza para reflejar los riesgos individuales del proyecto más importante.

2.2.4.4. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos

Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos es el proceso de analizar numéricamente el efecto combinado de los riesgos individuales del proyecto identificados y otras fuentes de incertidumbre sobre los objetivos generales del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que cuantifica la exposición al riesgo del proyecto en general, y también puede proporcionar información cuantitativa adicional sobre los riesgos para apoyar la planificación de la respuesta a los riesgos. Este proceso no es requerido para cada proyecto, pero en los que se utiliza se lleva a cabo durante todo el proyecto (PMBOK®, 6ta Edición, 2017).



Figura 14: Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas

Fuente: Guía PMBOK® - 6ta edición, 2017

Entradas:

) **Plan para la dirección del proyecto:** Influyen

- ✓ Plan de gestión de los riesgos: Detalla los recursos disponibles para el análisis y la frecuencia esperada de los análisis.



- ✓ Línea base del alcance: Describe el punto de partida a partir del cual se evalúa el efecto de los riesgos individuales del proyecto y otras fuentes de incertidumbre.
- ✓ Línea base del cronograma: Describe el punto de partida a partir del cual se evalúa el efecto de los riesgos individuales del proyecto y otras fuentes de incertidumbre.
- ✓ Línea base de costos: Describe el punto de partida a partir del cual se evalúa el efecto de los riesgos individuales del proyecto y otras fuentes de incertidumbre.

) **Documento del proyecto:** Influyen

- ✓ Registro de supuestos: El efecto de las restricciones también puede ser modelado durante un análisis cuantitativo de riesgos.
- ✓ Base de las estimaciones: Puede incluir información sobre el propósito, clasificación, precisión supuesta, metodología y fuente de estimación.
- ✓ Estimaciones de costo: Proporcionan el punto de partida a partir del cual se evalúa la variabilidad de costos.
- ✓ Pronóstico de costos: Determina el nivel de confianza para la comparación de resultados.
- ✓ Estimaciones de la duración: Proporcionan el punto de partida desde el cual se evalúa la variabilidad del cronograma.
- ✓ Lista de hitos: Determina el nivel de confianza asociado con el logro de los objetivos.
- ✓ Requisitos de recursos: Proporciona el punto de partida desde el cual se evalúa la variabilidad.
- ✓ Registro de riesgos: Contiene detalles de los riesgos individuales del proyecto a ser utilizados como entrada para el análisis cuantitativo de riesgos.
- ✓ Informe de riesgos: Describe las fuentes del riesgo general del proyecto y el estado actual del riesgo general del proyecto.
- ✓ Pronósticos del cronograma: Pueden ser comparados con los resultados para determinar el nivel de confianza.

) **Factores ambientales de la empresa:** Influyen

- ✓ Estudios de la industria sobre proyectos



- ✓ Material publicado, incluyendo bases de datos de riesgos comerciales o lista de verificaciones.
-) **Activos de los procesos de la organización:** Incluyen la información de proyectos anteriores similares completados.

Herramientas y Técnicas:

-) **Juicios de expertos:** Se requiere para identificar los impactos potenciales sobre el costo y el cronograma, para evaluar la probabilidad y definir las entradas.
-) **Recopilación de datos:** Las entrevistas se basan en la experiencia y en datos históricos para cuantificar la probabilidad y el impacto de los riesgos sobre los objetivos del proyecto.
-) **Habilidades interpersonales y de equipo:** Incluyen la facilitación, un facilitador experto es útil para la recopilación de datos de entrada durante un taller de riesgos que involucre a los miembros del equipo del proyecto y a otros interesados.
-) **Representaciones de la incertidumbre:** El análisis cuantitativo de riesgos requiere entradas a un modelo de análisis cuantitativo de riesgos que refleje los riesgos individuales del proyecto y otras fuentes de incertidumbre.
-) **Análisis de datos:** Influyen
 - ✓ Simulación: Una simulación utiliza un modelo que traduce las incertidumbres del proyecto en su impacto potencial sobre los objetivos del mismo, las simulaciones iterativas se realizan habitualmente utilizando la técnica Monte Carlo. En una simulación, el modelo del proyecto se calcula utilizando valores de entrada (estimaciones de costos o duraciones de las actividades).
 - ✓ Análisis de sensibilidad: Ayuda a determinar que riesgos tienen un mayor impacto potencial, este método evalúa el grado en que la incertidumbre de cada elemento del proyecto afecta el objetivo que está siendo examinado.
 - ✓ Análisis mediante árbol de decisiones: Las alternativas del proyecto en el árbol de decisiones utilizando ramas que representan diferentes decisiones o eventos. Los puntos finales de las ramas en el árbol de decisiones representan el resultado de seguir esa trayectoria en particular, que puede ser negativo o positivo.



- ✓ Diagramas de influencias: Son ayudas gráficas para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.

Salidas:

-) **Actualizaciones a los documentos del proyecto:** Pueden ser considerados como salidas, influyen.
 - ✓ Evaluación de la exposición general a los riesgos del proyecto.
 - ✓ Análisis probabilístico detallado del proyecto.
 - ✓ Lista priorizada de riesgos individuales del proyecto.
 - ✓ Tendencias en los resultados del análisis cuantitativo de riesgos.
 - ✓ Respuestas recomendadas a los riesgos.

2.2.4.5. Planificar la Respuesta a los Riesgos

Para (PMBOK®, 6ta Edición, 2017), Planificar la Respuesta a los Riesgos es el proceso de desarrollar opciones, seleccionar estrategias y acordar acciones para abordar la exposición general al riesgo del proyecto, así como para tratar los riesgos individuales del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que identifica las formas adecuadas de abordar el riesgo general del proyecto y los riesgos individuales del proyecto. Este proceso también asigna recursos e incorpora actividades en los documentos del proyecto y el plan para la dirección del proyecto, según sea necesario. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.



Figura 15: Planificar la Respuesta a los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas

Fuente: Guía PMBOK® - 6ta edición, 2017

Entradas:

) **Plan para la dirección del proyecto:** Influyen

- ✓ Plan de gestión de recursos: Se utiliza para ayudar a determinar cómo los recursos asignados a las respuestas a los riesgos acordadas se coordinarán con otros recursos del proyecto.
- ✓ Plan de gestión de los riesgos: En este proceso se utilizan los roles y las responsabilidades y los umbrales de riesgo.
- ✓ Línea base de costos: La línea base de costos tiene información sobre el fondo de contingencias que se asigna para responder a los riesgos.

) **Documentos del proyectos:** Influyen

- ✓ Registro de lecciones aprendidas: Las lecciones aprendidas de las respuestas efectivas a los riesgos utilizadas en fases anteriores del proyecto son examinadas para determinar si las respuestas similares podrían ser útiles durante el resto del proyecto.



- ✓ Cronograma del proyecto: Se usa para determinar cómo se programarán las respuestas acordadas a los riesgos
 - ✓ Asignaciones del equipo del proyecto: Pueden mostrar los recursos que se pueden asignar a las respuestas acordadas a los riesgos.
 - ✓ Calendarios de recursos: Identifican cuándo están disponibles los recursos potenciales para ser asignados a las respuestas acordadas a los riesgos.
 - ✓ Registro de riesgos: El registro de riesgos incluye los riesgos identificados, las causas de los mismos, la lista de respuestas potenciales, los síntomas y señales de advertencia, la lista de prioridades de los riesgos del proyecto, los riesgos que requieren respuestas a corto plazo del riesgo, las tendencias de los resultados del análisis cualitativo, y una lista de supervisión para los riesgos de baja prioridad.
 - ✓ Informe de riesgos: Presenta el nivel actual de exposición general a los riesgos del proyecto que informará la selección de la estrategia de respuesta a los riesgos
 - ✓ Registro de interesados: identifica a los posibles dueños de respuestas a los riesgos.
-) **Factores ambientales de la empresa:** Pueden influir en el proceso Planificar la Respuesta a los Riesgos incluyen, entre otros, el apetito al riesgo y los umbrales de los interesados clave.
-) **Activos de los procesos de la organización:** Influyen
- ✓ Plantillas para el plan de gestión de los riesgos, registro de riesgos e informe de riesgos.
 - ✓ Bases de datos históricas.
 - ✓ Repositorios de lecciones aprendidas procedentes de proyectos similares.

Herramientas y Técnicas:

-) **Juicios expertos:** El juicio de expertos constituye una entrada procedente de partes con sólidos conocimientos, que atañe a las acciones que deben tomarse en el caso de un riesgo específico y definido.
-) **Recopilación de datos:** La recopilación de datos se lleva a cabo durante las entrevistas estructuradas o semiestructuradas con los dueños de los riesgos. Otros interesados también pueden ser entrevistados, si es necesario



-) **Habilidades interpersonales y de equipo:** El uso de la facilitación mejora la efectividad de la elaboración de las respuestas a los riesgos individuales del proyecto y el riesgo general del proyecto
-) **Estrategias para amenazas:** Se pueden considerar cinco estrategias alternativas para hacer frente a las amenazas
 - ✓ Escalar
 - ✓ Evitar
 - ✓ Transferir
 - ✓ Mitigar
 - ✓ Aceptar
-) **Estrategias para oportunidades:** Se pueden considerar cinco estrategias alternativas para hacer frente a las oportunidades
 - ✓ Escalar
 - ✓ Explorar
 - ✓ Compartir
 - ✓ Mejorar
 - ✓ Aceptar
-) **Estrategias de respuestas a contingencias:** Algunas estrategias están diseñadas para ser usadas únicamente si se presentan determinados eventos.
-) **Estrategias para el riesgo general del proyecto:** Las respuestas a los riesgos deberían ser planificadas y ejecutadas no sólo para los riesgos individuales del proyecto, sino también para hacer frente al riesgo general del proyecto. Las mismas estrategias de respuesta a los riesgos que se utilizan para hacer frente a los riesgos individuales del proyecto también se pueden aplicar al riesgo general del proyecto:
 - ✓ Evitar
 - ✓ Explotar
 - ✓ Transferir / compartir
 - ✓ Mitigar / mejorar
 - ✓ Aceptar
-) **Análisis de datos:** Las técnicas de análisis de datos que pueden utilizarse para seleccionar una estrategia preferida de respuesta a los riesgos incluyen, entre otras:



- ✓ Análisis de alternativas
- ✓ Análisis de costo - beneficio

) **Toma de decisiones:** Las técnicas para la toma de decisiones pueden ayudar a priorizar las estrategias de respuesta a los riesgos

Salidas:

) **Solicitudes de cambio:** Las respuestas planificadas a los riesgos pueden dar lugar a una solicitud de cambio de las líneas base de costos o del cronograma o de otros componentes del plan para la dirección del proyecto.

) **Actualizaciones del plan para la dirección del proyecto:** Cualquier cambio en el plan para la dirección del proyecto pasa por el proceso de control de cambios de la organización mediante una solicitud de cambio. Los componentes que pueden requerir una solicitud de cambio para el plan para la dirección del proyecto incluyen:

- ✓ Plan de gestión del cronograma
- ✓ Plan de gestión de los costos
- ✓ Plan de gestión de la calidad
- ✓ Plan de gestión de los recursos
- ✓ Plan de gestión de las adquisiciones
- ✓ Línea base del cronograma
- ✓ Línea base de costos

) **Actualizaciones a los documentos del proyecto:** Los documentos del proyecto que pueden actualizarse como resultado de llevar a cabo este proceso incluyen

- ✓ Registro de supuestos
- ✓ Pronóstico de costos
- ✓ Registro de lecciones aprendidas
- ✓ Cronograma del proyecto
- ✓ Asignaciones del equipo del proyecto
- ✓ Registro de riesgos
- ✓ Informe de riesgos

2.2.4.6. Implementar la Respuesta a los Riesgos

Implementar la Respuesta a los Riesgos es el proceso de implementar planes acordados de respuesta a los riesgos. El beneficio clave de este proceso es que asegura que las respuestas a los riesgos acordadas se ejecuten tal como se planificaron, a fin de abordar la exposición al riesgo del proyecto en general, minimizar las amenazas individuales del proyecto y maximizar las oportunidades individuales del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. (PMBOK®, 6ta Edición, 2017)

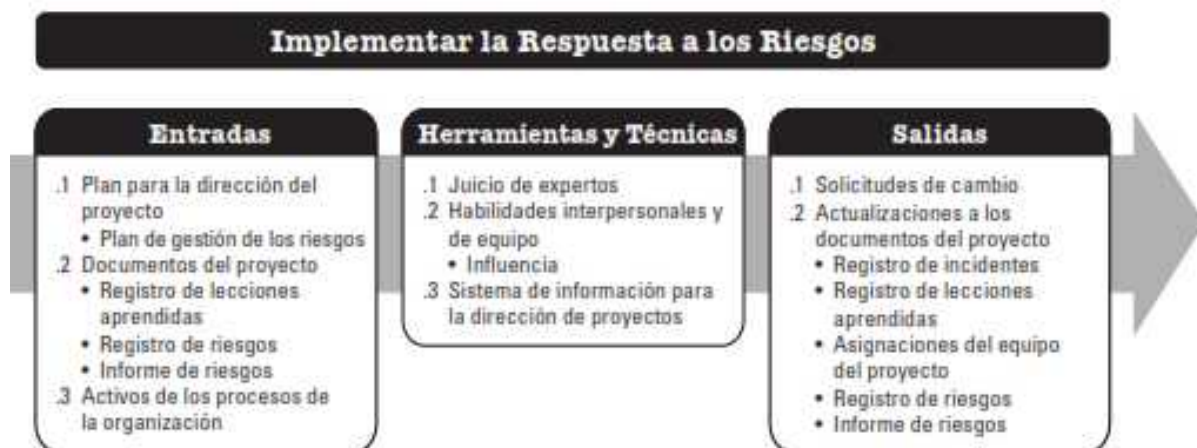


Figura 16: Implementar la Respuesta a los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas

Fuente: Guía PMBOK® - 6ta edición, 2017

Entradas:

-) **Plan para la dirección de proyectos:** Influye el plan de gestión de los riesgos que enumera los roles y las responsabilidades de los miembros del equipo del proyecto y otros interesados para la gestión de los riesgos.
-) **Documentos del proyecto:** Los documentos del proyecto que se pueden considerar como entradas para este proceso incluyen
 - ✓ Registro de lecciones aprendidas
 - ✓ Registro de riesgos
 - ✓ Informe de riesgos
-) **Activos de los procesos de la organización:** Pueden influir en el proceso Implementar la Respuesta a los Riesgos incluyen, entre otros, el repositorio de lecciones aprendidas de proyectos terminados y similares que indican la efectividad de determinadas respuestas a los riesgos.



Herramientas y Técnicas:

-) **Juicios expertos:** Se debería tomar en cuenta la pericia de individuos o grupos con conocimientos especializados para validar o modificar, de ser necesario, las respuestas a los riesgos y decidir cómo ponerlas en práctica de la manera más eficiente y efectiva.
-) **Habilidades interpersonales y de equipo:** En este proceso incluyen el influenciar algunas de las acciones de respuesta a los riesgos pueden ser propiedad de personas fuera del equipo del proyecto inmediato o que tienen otras demandas que compiten entre sí.
-) **Sistema de información para la dirección de proyectos (PMI):** Los sistemas de información para la dirección de proyectos pueden incluir software para programación, recursos y costos a fin de asegurar que se integren en el proyecto los planes acordados de respuesta a los riesgos, junto con otras actividades de proyectos.

Salidas:

-) **Solicitudes de cambio:** La implementación de las respuestas a los riesgos puede dar lugar a una solicitud de cambio de las líneas base de costos o del cronograma o de otros componentes del plan para la dirección del proyecto.
-) **Actualizaciones a los documentos del proyecto:** Los documentos del proyecto que pueden actualizarse como resultado de llevar a cabo este proceso incluyen:
 - ✓ Registro de incidentes
 - ✓ Registro de lecciones aprendidas
 - ✓ Asignaciones del equipo de proyecto
 - ✓ Registro de riesgos
 - ✓ Informe de riesgos

2.2.4.7. Monitorear los Riesgos

Monitorear los Riesgos es el proceso de monitorear la implementación de los planes acordados de respuesta a los riesgos, hacer seguimiento a los riesgos identificados, identificar y analizar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a lo largo del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que permite que las decisiones del proyecto se basen en la información actual sobre

la exposición al riesgo del proyecto en general y los riesgos individuales del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto.



Figura 17: Monitorear los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas

Fuente: Guía PMBOK® - 6ta edición, 2017

Entradas:

-) **Plan para la dirección del proyecto:** Los componentes del plan para la dirección del proyecto incluyen el plan de gestión de los riesgos que proporciona orientación sobre cómo y cuándo se deben revisar los riesgos, qué políticas y procedimientos deberían seguirse, los roles y las responsabilidades en el proceso de seguimiento y los formatos de los informes.
-) **Documentos del proyecto:** Para este proceso incluyen:
 - ✓ Registro de incidentes: El registro de incidentes se utiliza para ver si alguno de los incidentes pendientes ha sido actualizado y se necesita una actualización del registro de riesgos.
 - ✓ Registro de lecciones aprendidas: Las lecciones aprendidas tempranamente en el proyecto relacionadas con los riesgos pueden ser aplicadas a fases posteriores del mismo.



- ✓ Registro de riesgos: El registro de riesgos tiene entradas clave que incluyen riesgos individuales del proyecto identificados, dueños de los riesgos, respuestas acordadas a los riesgos y acciones específicas de implementación
- ✓ Informe de riesgos: El informe de riesgos incluye una evaluación de la exposición general al riesgo del proyecto actualizada, así como la estrategia acordada de respuesta a los riesgos
-) **Datos de desempeño del trabajo:** El informe de riesgos incluye una evaluación de la exposición general al riesgo del proyecto actualizada, así como la estrategia acordada de respuesta a los riesgos
-) **Informes de desempeño del trabajo:** Los informes de desempeño del trabajo suministran datos de las mediciones del desempeño, que pueden ser analizados para brindar información de desempeño del trabajo del proyecto, incluido el análisis de variación, los datos sobre el valor ganado y los datos para proyecciones.

Herramientas y Técnicas:

-) **Análisis de datos:** Las técnicas de análisis de datos que pueden utilizarse para este proceso incluyen:
 - ✓ Análisis del desempeño técnico
 - ✓ Análisis de reserva
-) **Auditorías:** Las auditorías puede ser utilizado para considerar la efectividad del proceso de gestión de riesgos.
-) **Reuniones:** Las reuniones que pueden utilizarse durante este proceso incluyen, entre otras, las revisiones de riesgos que son programadas periódicamente y deberían examinar y documentar la efectividad de las respuestas a los riesgos en el tratamiento del riesgo general del proyecto y de los riesgos individuales identificados en el mismo

Salidas:

-) **Información de desempeño del trabajo:** La información de desempeño del trabajo incluye información sobre cómo se está llevando a cabo la gestión de los



riesgos del proyecto, mediante la comparación de los riesgos individuales que se han producido con la expectativa de cómo iban a producirse.

-) **Solicitudes de cambio:** El proceso de Monitorear los Riesgos puede dar lugar a una solicitud de cambio de las líneas base de costos o del cronograma o de otros componentes del plan para la dirección del proyecto
-) **Actualizaciones del plan para la dirección del proyecto:** Cualquier cambio en el plan para la dirección del proyecto pasa por el proceso de control de cambios de la organización mediante una solicitud de cambio. Esto puede afectar a cualquier componente del plan para la dirección del proyecto.
-) **Actualizaciones a los documentos del proyecto:** Los documentos del proyecto que pueden actualizarse como resultado de llevar a cabo este proceso incluyen:
 - ✓ Registro de supuestos
 - ✓ Registro de incidentes
 - ✓ Registro de lecciones aprendidas
 - ✓ Registro de riesgos
 - ✓ Informe de riesgos
-) **Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización:** Los activos de los procesos de la organización que son actualizados como resultado del proceso Monitorear los Riesgos incluyen.
 - ✓ Plantillas para el plan de gestión de los riesgos, registro de riesgos e informe de riesgos.
 - ✓ Estructura de desglose de riesgos

2.2.5. Directiva N°012-2017- OSCE - Gestión de Riesgos en la Planificación de la Ejecución de Obras

I. FINALIDAD

Precisar y uniformizar los criterios que deben ser tomados en cuenta por las Entidades para la implementación de la gestión de riesgos en la planificación de la ejecución de obras; con lo que, se incrementará la eficiencia de las inversiones en las obras públicas.



II. OBJETO

Establecer disposiciones complementarias para la aplicación de las normas referidas a la identificación y asignación de riesgos previsibles de ocurrir durante la planificación de la ejecución del contrato de obras públicas.

III. ALCANCE

La presente Directiva es de cumplimiento obligatorio para las Entidades que se encuentran bajo el ámbito de aplicación de la normativa de contrataciones del Estado, conforme al artículo 3 de la Ley de Contrataciones del Estado; así como, para los proveedores que participen en las contrataciones que realicen las Entidades.

IV. BASE LEGAL

-) Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado.
-) Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, aprobado mediante Decreto Supremo N° 350-2015-EF. Las referidas normas incluyen sus respectivas disposiciones ampliatorias, modificatorias y conexas, de ser el caso.

V. REFERENCIAS

En la presente Directiva se utilizarán las siguientes referencias:

-) Directiva: La presente Directiva.
-) Ley: Ley de Contrataciones del Estado.
-) OSCE: Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado.
-) Reglamento: Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

VI. DISPOSICIONES GENERALES

-) Al elaborar el expediente técnico, la Entidad debe incluir un enfoque integral de gestión de los riesgos previsibles de ocurrir durante la ejecución de la obra, teniendo en cuenta las características particulares de la obra y las condiciones del lugar de su ejecución. Para tal efecto, se deben usar los formatos incluidos

como Anexos 1 y 3 de la Directiva, los cuales contienen la información mínima que puede ser enriquecida por las Entidades según la complejidad de la obra.

- J) Al elaborar las Bases para la ejecución de la obra, el Comité de Selección debe incluir en la proforma de contrato, conforme a lo que señala el expediente técnico, las cláusulas que identifiquen y asignen los riesgos que pueden ocurrir durante la ejecución de la obra y la determinación de la parte del contrato que debe asumirlos durante la ejecución contractual.
- J) Durante la ejecución de la obra, la Entidad a través del inspector o supervisor, según corresponda, debe realizar la debida y oportuna administración de riesgos durante todo el plazo de la obra.
- J) El residente de la obra, así como el inspector o supervisor, según corresponda, deben evaluar permanentemente el desarrollo de la administración de riesgos, debiendo anotar los resultados en el cuaderno de obra, cuando menos, con periodicidad semanal, precisando sus efectos y los hitos afectados o no cumplidos de ser el caso

VII. DISPOSICIONES ESPECIFICAS

- J) El enfoque integral de gestión de riesgos debe contemplar, por lo menos, los siguientes procesos:



- J) Identificar riesgos

Durante la elaboración del expediente técnico se deben identificar los riesgos previsible que puedan ocurrir durante la ejecución de la obra, teniendo en cuenta las características particulares de la obra y las condiciones del lugar de su ejecución.



A continuación se listan algunos riesgos que pueden ser identificados al elaborar el expediente técnico:

- a) Riesgo de errores o deficiencias en el diseño que repercutan en el costo o la calidad de la infraestructura, nivel de servicio y/o puedan provocar retrasos en la ejecución de la obra.
- b) Riesgo de construcción que generan sobrecostos y/o sobre plazos durante el periodo de construcción, los cuales se pueden originar por diferentes causas que abarcan aspectos técnicos, ambientales o regulatorios y decisiones adoptadas por las partes.
- c) Riesgo de expropiación de terrenos de que el encarecimiento o la no disponibilidad del predio donde construir la infraestructura provoquen retrasos en el comienzo de las obras y sobrecostos en la ejecución de las mismas.
- d) Riesgo geológico / geotécnico que se identifica con diferencias en las condiciones del medio o del proceso geológico sobre lo previsto en los estudios de la fase de formulación y/o estructuración que redunde en sobrecostos o ampliación de plazos de construcción de la infraestructura.
- e) Riesgo de interferencias / servicios afectados que se traduce en la posibilidad de sobrecostos y/o sobre plazos de construcción por una deficiente identificación y cuantificación de las interferencias o servicios afectados.
- f) Riesgo ambiental relacionado con el riesgo de incumplimiento de la normativa ambiental y de las medidas correctoras definidas en la aprobación de los estudios ambientales.
- g) Riesgo arqueológico que se traduce en hallazgos de restos arqueológicos significativos que generen la interrupción del normal desarrollo de las obras de acuerdo a los plazos establecidos en el contrato o sobrecostos en la ejecución de las mismas.
- h) Riesgo de obtención de permisos y licencias derivado de la no obtención de alguno de los permisos y licencias que deben ser expedidas por las instituciones u organismos públicos distintos a la Entidad contratante y que es necesario obtener por parte de ésta antes del inicio de las obras de construcción.



- i) Riesgos derivados de eventos de fuerza mayor o caso fortuito, cuyas causas no resultarían imputables a ninguna de las partes.
- j) Riesgos regulatorios o normativos de implementar las modificaciones normativas pertinentes que sean de aplicación pudiendo estas modificaciones generar un impacto en costo o en plazo de la obra.
- k) Riesgos vinculados a accidentes de construcción y daños a terceros.

Esta lista no es taxativa, sino enunciativa, pudiendo la Entidad incorporar otros riesgos, según la naturaleza o complejidad de la obra.

) Analizar riesgos

Este proceso supone realizar un análisis cualitativo de los riesgos identificados para valorar su probabilidad de ocurrencia e impacto en la ejecución de la obra. Producto de este análisis, se debe clasificar los riesgos en función a su alta, moderada o baja prioridad.

Para tal efecto, la Entidad puede usar la metodología sugerida en la Guía PMBOK, según la Matriz de Probabilidad e Impacto de la Directiva o, caso contrario, desarrollar sus propias metodologías para la elaboración de dicha Matriz.

) Planificar la respuesta a riesgos

En este proceso se determinan las acciones o planes de intervención a seguir para evitar, mitigar, transferir o aceptar todos los riesgos identificados.

) Asignar riesgos

Teniendo en cuenta qué parte está en mejor capacidad para administrar el riesgo, la Entidad debe asignar cada riesgo a la parte que considere pertinente. La identificación y asignación de riesgos debe incluirse en la proforma de contrato de las Bases.



2.2.6. Software @RISK

Según (Palisade, 2019), software @Risk realiza un análisis de riesgo utilizando la simulación para mostrar múltiples resultados posibles en un modelo de hoja de cálculo, y le indica qué probabilidad hay de que se produzcan. Computa y controla matemática y objetivamente gran número de escenarios futuros posibles, y luego le indica las probabilidades y riesgos asociados con cada uno. Esto quiere decir que se puede decidir qué riesgos tomar y cuáles evitar, tomando la mejor decisión en situaciones de incertidumbre.

El @RISK también ayuda a planificar las mejores estrategias de administración de riesgo mediante la integración de RISKOptimizer, que combina la simulación Monte Carlo con lo último en tecnología de resolución de problemas para optimizar cualquier hoja de cálculo que contenga valores inciertos. Usando algoritmos genéticos u OptQuest, junto con las funciones de @RISK, RISKOptimizer puede determinar la mejor asignación de recursos. (Palisade, 2019).

2.2.6.1. Simulación de Monte Carlo

Citando a (Palisade, 2019), esta es una técnica matemática computarizada que ofrece a la persona responsable de tomar las decisiones una serie de posibles resultados así como la probabilidad de que se produzcan, según las medidas tomadas. Muestra las posibilidades extremas (los resultados de tomar la medida más arriesgada y la más conservadora) así como todas las posibles consecuencias de las decisiones intermedias, al permitir ver todos los posibles resultados de sus decisiones y evaluar el impacto del riesgo, genera una mejor toma de decisiones bajo incertidumbre.

La simulación Monte Carlo “Realiza el análisis de riesgo con la creación de modelos de posibles resultados mediante la sustitución de un rango de valores. Luego, calcula los resultados una y otra vez, usando un grupo diferente de valores aleatorios de las funciones de probabilidad Dependiendo del número de incertidumbres y de los rangos especificados, para completar una simulación Monte Carlo puede ser necesario realizar miles o decenas de miles de recálculos. La simulación Monte Carlo produce distribuciones de valores de los resultados posibles” (Palisade, 2019).



DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD:

Las distribuciones de probabilidad son una forma mucho más realista de describir la incertidumbre en las variables de un análisis de riesgo. Las distribuciones de probabilidad más comunes son:

- J) **Normal** – O “curva de campana”. El usuario simplemente define la media o valor esperado y una desviación estándar para describir la variación con respecto a la media. Los valores intermedios cercanos a la media tienen mayor probabilidad de producirse. Es una distribución simétrica y describe muchos fenómenos naturales, como puede ser la estatura de una población. Ejemplos de variables que se pueden describir con distribuciones normales son los índices de inflación y los precios de la energía.
- J) **Lognormal** – Los valores muestran una clara desviación; no son simétricos como en la distribución normal. Se utiliza para representar valores que no bajan por debajo del cero, pero tienen un potencial positivo ilimitado. Ejemplos de variables descritas por la distribución lognormal son los valores de las propiedades inmobiliarias y bienes raíces, los precios de las acciones de bolsa y las reservas de petróleo.
- J) **Uniform** – Todos los valores tienen las mismas probabilidades de producirse; el usuario sólo tiene que definir el mínimo y el máximo. Ejemplos de variables que se distribuyen de forma uniforme son los costos de manufacturación o los ingresos por las ventas futuras de un nuevo producto.
- J) **Triangular** – El usuario define los valores mínimo, más probable y máximo. Los valores situados alrededor del valor más probable tienen más probabilidades de producirse. Las variables que se pueden describir con una distribución triangular son el historial de ventas pasadas por unidad de tiempo y los niveles de inventario.
- J) **PERT** – El usuario define los valores mínimo, más probable y máximo, como en la distribución triangular. Los valores situados alrededor del más probable tienen más probabilidades de producirse. Sin embargo, los valores situados entre el más probable y los extremos tienen más probabilidades de producirse que en la distribución triangular; es decir, los extremos no tienen tanto peso. Un

ejemplo de uso de la distribución PERT es la descripción de la duración de una tarea en un modelo de gestión de un proyecto.

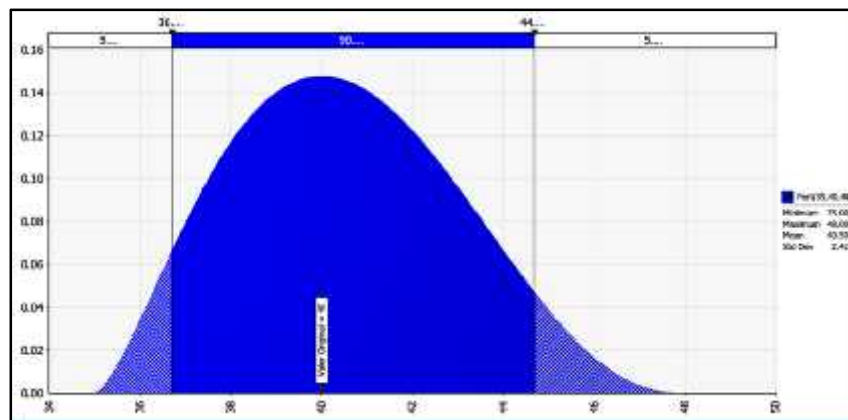


Figura 18: Distribución Pert.

-) **Discrete** – El usuario define los valores específicos que pueden ocurrir y la probabilidad de cada uno. Un ejemplo podría ser los resultados de una demanda legal: 20% de posibilidades de obtener un veredicto positivo, 30% de posibilidades de obtener un veredicto negativo, 40% de posibilidades de llegar a un acuerdo, y 10% de posibilidades de que se repita el juicio.

Durante una simulación Monte Carlo, los valores se muestrean aleatoriamente a partir de las distribuciones de probabilidad introducidas. Cada grupo de muestras se denomina iteración, y el resultado correspondiente de esa muestra queda registrado. La simulación Monte Carlo realiza esta operación cientos o miles de veces, y el resultado es una distribución de probabilidad de posibles resultados. De esta forma, la simulación Monte Carlo proporciona una visión mucho más completa de lo que puede suceder. Indica no sólo lo que puede suceder, sino la probabilidad de que suceda.

VENTAJAS DE LA SIMULACIÓN DE MONTE CARLO

Como menciona (Palisade, 2019), la simulación Monte Carlo proporciona una serie de ventajas de:

- **Resultados probabilísticos.** Los resultados no sólo muestran lo que puede suceder, sino también lo probable que puede ser.



- **Resultados gráficos.** Gracias a los datos que genera una simulación Monte Carlo, es fácil crear gráficos de diferentes resultados y las posibilidades de que sucedan.
- **Análisis de sensibilidad.** En la simulación Monte Carlo, resulta más fácil ver qué variables introducidas tienen mayor influencia sobre los resultados finales.
- **Análisis de escenario.** Usando la simulación Monte Carlo, los analistas pueden ver exactamente los valores que tienen cada variable cuando se producen ciertos resultados.
- **Correlación de variables de entrada.** En la simulación Monte Carlo es posible modelar relaciones interdependientes entre diferentes variables de entrada. Esto es importante para averiguar con precisión la razón real por la que cuando algunos factores suben, otros suben o bajan paralelamente.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

- El análisis de gestión de riesgos mediante la metodología del PMI que implica la identificación de riesgos, análisis cualitativo y análisis cuantitativo nos permitirá reducir el costo y tiempo en las obras ejecutadas bajo la modalidad de administración directa

2.3.2. Sub Hipótesis

- **Sub Hipótesis N°1.-** Mediante el estudio a detalle de los cuadernos de obra se identificarán adecuadamente los riesgos que influyen en el costo y tiempo.
- **Sub Hipótesis N°2.-** Realizando un análisis cualitativo mediante la matriz de probabilidad e impacto que nos brinda la metodología del PMI nos permitirá conocer los riesgos entre altos y moderados que influyen en el costo y tiempo
- **Sub Hipótesis N°3.-** Realizando un análisis cuantitativo mediante el software @Risk nos permitirá simular numéricamente el costo y tiempo con mayor precisión.



2.4. Definición de Variables

2.4.1. Variables Independientes

) **Variable Independiente:** Es el fenómeno a la que se evaluará su capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables.

- ✓ Riesgo

) **Indicadores Independientes:**

- ✓ Riesgo en Costo
- ✓ Riesgo en Tiempo

2.4.2. Variables Dependientes

) **Variable Dependiente:** Una variable dependiente representa una cantidad cuyo valor depende de cómo se modifica la variable independiente.

- ✓ Probabilidad
- ✓ Impacto

) **Indicadores Dependientes:**

- ✓ Probabilidad en Costo
- ✓ Probabilidad en Tiempo
- ✓ Impacto en Costo
- ✓ Impacto en Tiempo

2.4.3. Cuadro de Operacionalización de Variables



Tabla 5: Cuadro de Operacionalización de Variables

TIPO DE VARIABLE	DENOMINACIÓN DE VARIABLE	INDICADORES	INSTRUMENTOS
X: INDEPENDIENTE	Riesgo	X1: Riesgo en Costo	<ul style="list-style-type: none">• Cuadernos de obra• Expedientes Técnicos• Encuestas y entrevistas a los ejecutores y/o encargados de la obra
		X2: Riesgo en Tiempo	
Y: DEPENDIENTE	Probabilidad	Y1: Probabilidad en costo	<ul style="list-style-type: none">• Matriz de probabilidad e impacto• Encuestas y entrevistas a los ejecutores y/o encargados de la obra
		Y2: Probabilidad en Tiempo	
	Impacto	Y1: Impacto en costo	
		Y2: Impacto en Tiempo	

Capítulo III: Metodología

3.1. Metodología de Investigación

3.1.1. Enfoque de la Investigación

El enfoque de la investigación es No Experimental - Transversal, pues se estudian las variables sin modificarlas ya que es sistemática y empírica en la que las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido en un momento dado.

Además es una investigación mixta de tipo cualitativa y cuantitativa, Porque se tendrá: indicadores, magnitudes en su mayoría cuantitativas, pero también veremos el tema de encuestas, entrevistas que tiene una calificación cualitativa.

-) **Cuantitativo** : Determina la medición del impacto y la probabilidad de los principales riesgos que pueden afectar un proyecto
-) **Cualitativo** : Evalúa a los riesgos subjetivamente, teniendo como objetivo establecer un puntaje a cada riesgo o incertidumbre para asignar un grado de importancia relativo

Se concluye que esta investigación es de predominancia cuantitativa, debido a que el trabajo de tesis describirá el análisis de riesgos que ocurrirán en las distintas obras públicas.

3.1.2. Nivel de la Investigación

El nivel de investigación es descriptivo - explicativo:

Será descriptivo porque describiremos los hechos y situaciones tal como son observados. Según (Hernández Sampieri, 2014), una investigación descriptiva busca especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Es decir únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren.



Y será explicativo ya que no solo describiremos los problemas observados, en este caso los riesgos encontrados, sino que buscaremos las causas que los originaron. Según (Hernández Sampieri, 2014), la definición de una investigación explicativa va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales, se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas.

3.1.3. Método de Investigación

El método a utilizar es hipotético deductivo. Debido a que en la presente tesis se plantea una hipótesis general e hipótesis específicas, donde sacaremos conclusiones, las cuales se verificarán a través de la identificación, de un análisis cualitativo y cuantitativo de los distintos tipos de riesgo que se presentarán en la planificación de una obra pública.

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño Metodológico

Según (Hernández Sampieri, 2014), sostiene que las investigaciones no experimentales no manipulan ninguna de las variables, las cuales se observan tal como se han dado en su contexto natural, la investigación es NO EXPERIMENTAL, debido a que las variables no se manipularon.

3.2.2. Diseño de Ingeniería

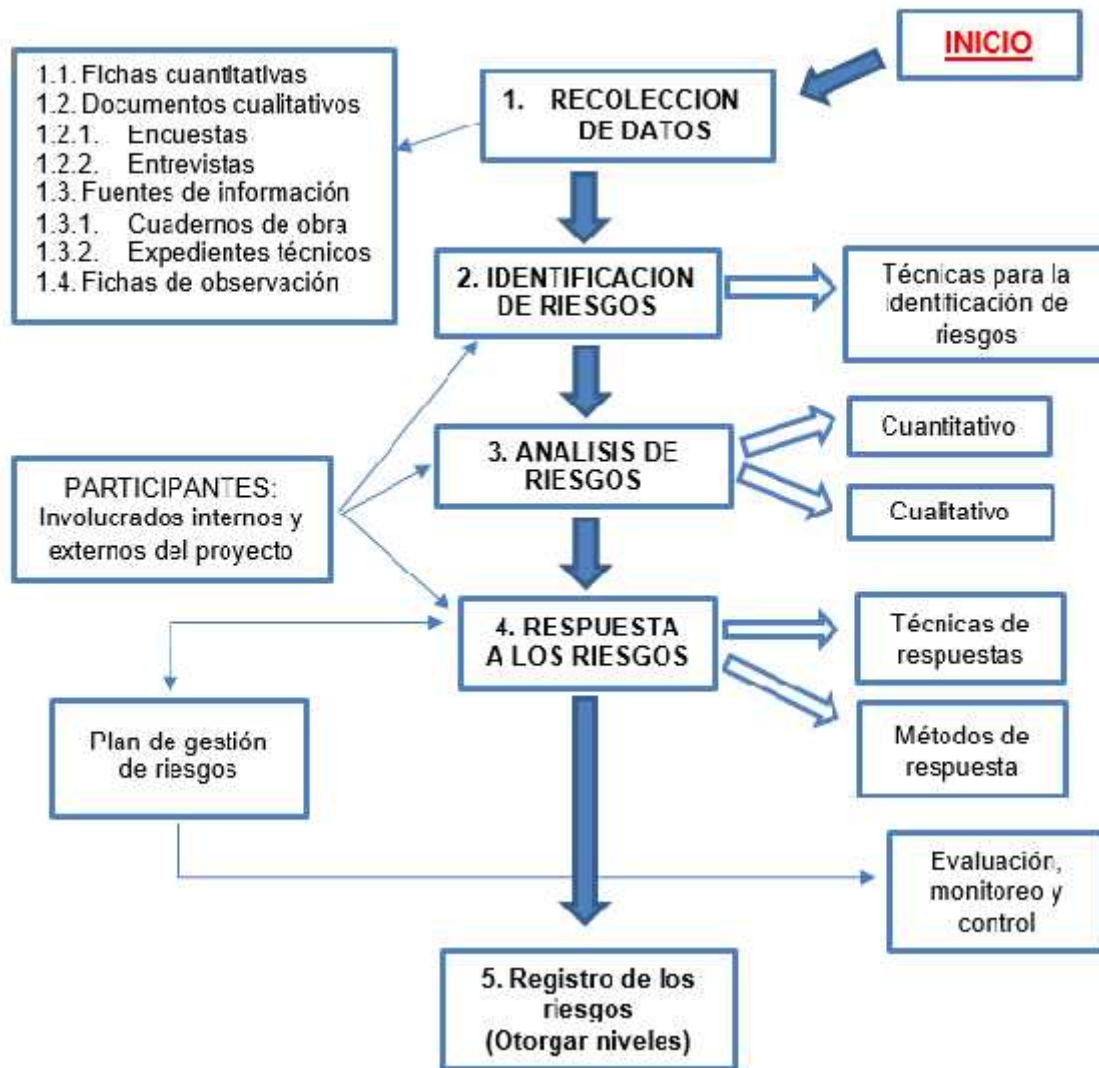


Figura 19: Flujograma de Ingeniería

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la Población

En la investigación la población está conformada por los registros de los problemas ocurridos en obras públicas existentes de la misma envergadura para analizar las distintas alternativas de soluciones con las que podemos contar.

Existen muchos análisis de riesgo en planificación de obra pública en nuestro país, pero en la actualidad la ciudad de Cusco no cuenta con algún análisis similar en obra pública.

3.3.1.2. Cuantificación de la Población

Para la investigación se tiene la cuantificación de 3 instituciones educativas públicas ejecutadas por el Gobierno Regional del Cusco.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la Muestra

La muestra es no probabilística de tipo censal: Son los riesgos analizados con respecto a un problema en específico (económico y tiempo) coincidente con la población.

3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra

) Institución Educativa Inicial ORDESO:

Tabla 6: *Datos Generales de la I.E.I. Ordeso*

Código SNIP	166546
Nombre del Proyecto	Mejoramiento del Servicio de Educación Inicial de la I.E. Ordeso, en el Distrito de Whanchaq, Provincia y Departamento de Cusco.
Costo Directo Inicial de la Obra según el Expediente Técnico	S/. 1'942,425.03 nuevos soles
Presupuesto Inicial de la Obra según el Expediente Técnico	S/. 2'275,950.53 nuevos soles
Costo Directo Final de la Obra según el SNIP	S/. 2'022,067.03 nuevos soles
Presupuesto Final de la Obra según el SNIP	S/. 2'523,579.70 nuevos soles
Entidad Ejecutora	Gobierno Regional Cusco. Gerencia Regional de Infraestructura. Sub Gerencia de Obras.
Modalidad de Elaboración del Proyecto	Elaboración por Administración Directa.
Fuente de Financiamiento	Canon y Sobre canon, Regalías, Renta de Aduanas y Participaciones.



Plazo de Ejecución Inicial según el Expediente Técnico	120 días
Plazo de Ejecución Final según el SNIP	516 días
Antecedente	En el 2012 fue una obra considerada por administración indirecta
Descripción	Conformada por 5 bloques estructurales, infraestructura externa y un componente de mobiliario. El bloque 1 consta de 2 niveles y los bloques 2, 3, 4 y 5 consta de 1 nivel
Área Total Construida	1337.70 m ²
Perímetro	163.77 ml
Beneficiarios Directos	1789 número de personas
Fecha de Inicio de Obra	11 de Julio del 2016
Fecha de Fin de Obra	12 de Marzo del 2018

Fuente: Obtenida del Expediente Técnico y SNIP de la I.E.I. Ordeso

J) Institución Educativa Primario N° 50155 BANDERAYOC:

Tabla 7: Datos Generales de la I.E.P. Banderayoc

Código SNIP	237560
Nombre del Proyecto	Mejoramiento de los Servicios Educativos del Nivel Primario de la Institución Educativa N° 50155 de Banderayoc en el Centro poblado de Llanchu, Distrito y Provincia de Calca – Departamento de Cusco.
Costo Directo Inicial de la Obra según el Expediente Técnico	S/. 4'440,341.31 nuevos soles
Presupuesto Inicial de la Obra según el Expediente Técnico	S/. 5'173,908.65 nuevos soles
Costo Directo Final de la Obra según el SNIP	S/. 4'434,846.90 nuevos soles
Presupuesto Final de la Obra según el SNIP	S/. 5'457,978.49 nuevos soles
Entidad Ejecutora	Gobierno Regional Cusco. Gerencia Regional de Infraestructura. Sub Gerencia de Obras.



Modalidad de Elaboración del Proyecto	Elaboración por Administración Directa.
Fuente de Financiamiento	Canon y Sobrecanon, Regalías, Renta de Aduanas y Participaciones.
Plazo de Ejecución Inicial según el Expediente Técnico	270 días
Plazo de Ejecución Final según el SNIP	728 días
Descripción	Conformada por 3 bloques estructurales, el bloque 1 consta de 1 nivel, el bloque 2 y 3 consta de 2 niveles.
Área Total Construida	3638.76 m ²
Perímetro	620.64 ml
Beneficiarios Directos	1464 número de personas
Fecha de Inicio de Obra	09 de Junio del 2016
Fecha de Fin de Obra	26 de Julio del 2018

Fuente: Obtenida del Expediente Técnico y SNIP de la I.E.P. Banderayoc

) Institución Educativa Primario N° 51021 CHACHACOMAYOC:

Tabla 8: Datos Generales de la I.E.P. Chachacomayoc

Código SNIP	194672
Nombre del Proyecto	Mejoramiento de los Servicios de Educación Primaria de la I.E. N°51021 Chachacomayoc en la Av. Los Incas, Distrito de Wanchaq – Cusco - Cusco
Costo Directo Inicial de la Obra según el Expediente Técnico	S/. 3'223,491.53 nuevos soles
Presupuesto Inicial de la Obra según el Expediente Técnico	S/. 3'906,227.03 nuevos soles
Presupuesto Final de la Obra según el SNIP	S/. 3'983,708.85 nuevos soles
Presupuesto Final de la Obra según el SNIP	S/. 5'374,414.49 nuevos soles
Entidad Ejecutora	Gobierno Regional Cusco. Gerencia Regional de Infraestructura. Sub Gerencia de Obras.



Modalidad de Elaboración del Proyecto	Elaboración por Administración Directa.
Fuente de Financiamiento	Canon y Sobrecanon, Regalías, Renta de Aduanas y Participaciones.
Plazo de Ejecución Inicial según el Expediente Técnico	300 días
Plazo de Ejecución Final según el SNIP	754 días
Descripción	Conformada por 3 bloques estructurales, el cual consta de 3 niveles.
Área Total Construida	1574.37 m ²
Perímetro	160.28 ml
Beneficiarios Directos	3597 número de personas
Fecha de Inicio de Obra	21 de Junio del 2016
Fecha de Fin de Obra	12 de Diciembre del 2018

Fuente: Obtenida del Expediente Técnico y SNIP de la I.E.P. Chachacomayoc

3.3.2.3. Método de Muestreo

El método de muestreo es NO PROBABILÍSTICO, porque se eligió por el interés del investigador en tres proyectos, con el fin de analizar exactamente los riesgos que se presentaron durante el desarrollo de los proyectos, usando una u otra metodología de trabajo.

3.3.3. Criterios de Inclusión

Se necesitó estudiar obras que sean de edificación ya que tienen la presencia de todas las especialidades como arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias, son las que se manejan con mayor complejidad a diferencia de las obras de carretera o saneamiento.

Para la recolección de datos, se necesitó de obras a la que podamos tener acceso a la información:

- El cual se hayan desarrollado dentro la región del Cusco
- Que sean obras de administración directa para poder tener acceso libre y público



- Los profesionales involucrados son los ingenieros residentes y supervisores que estaban a cargo de las obras estudiadas.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos de Recolección de Datos

Dentro de los instrumentos que se utilizaron en la presente investigación, se tiene:

- ✓ Cuadernos de Obra
- ✓ Expediente Técnico
- ✓ Encuestas
- ✓ Software Microsoft Word
- ✓ Software Microsoft Excel
- ✓ Software @Risk

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería

3.4.2.1. Guías

- Documentos para la construcción (expediente técnicos, cuaderno de obra)
- Guía de los Fundamentos para la dirección de Proyectos, 6ta edición (PMBOK®, 6ta Edición, 2017).
- Guía para la Gestión de Riesgos en la planificación de la ejecución de obras elaborada por la (OSCE, 2017).

3.4.2.2. Instrumentos para la recolección de datos

- Como instrumentos, también se consideran los textos, programas de ayuda que servirán para poder evaluar la información obtenida en campo, como es: el software @Risk

3.4.2.3. Instrumentos para el análisis de datos

- Metodología del Project Management Institute (PMI, 2017).



3.5. Procedimientos de Recolección de Datos

3.5.1. Identificación de Riesgos

a) Se hizo una primera solicitud dirigida a la Sub Gerencia de Infraestructura del Gobierno Regional del Cusco con fecha 03 de Julio del 2018 (Adjuntado en Anexo 4), para que nos facilitaran los cuadernos de obra de:

- ✓ Institución Educativa Inicial ORDESO
- ✓ Institución Educativa Primario N° 50155 BANDERAYOC
- ✓ Institución Educativa Primario N°51021 CHACHACOMAYOC
- ✓ Institución Educativa Primaria y Secundaria N°50048 LOS INCAS

Al realizar el seguimiento a la solicitud presentada, solo nos facilitaron los cuadernos de obra de la Institución Educativa Inicial ORDESO en digital que consta de 11 cuadernos, ya que se aproximaba el cambio de gestión no nos pudieron facilitar los cuadernos de las obras restantes.

Se hizo una segunda solicitud dirigida a la Sub Gerencia de Infraestructura del Gobierno Regional del Cusco con fecha 26 de Febrero del 2019 (Adjuntado en Anexo 5), para que nos facilitaran los cuadernos de las obras restantes:

- ✓ Institución Educativa Primario N° 50155 BANDERAYOC
- ✓ Institución Educativa Primario N°51021 CHACHACOMAYOC

Al realizar el seguimiento a la solicitud presentada, nos facilitaron los cuadernos de obra de las 2 instituciones, el cual la Institución Educativa Primario N° 50155 BANDERAYOC que consta de 14 cuadernos de obra y la Institución Educativa Primario N°51021 CHACHACOMAYOC que consta de 17 cuadernos de obra.

b) Al poder acceder a la información, se procedió a la lectura e identificación de todos los riesgos registrados en los cuadernos de obra, el cual lo realizamos en las instalaciones del Gobierno Regional del Cusco, los cuales son: (Tabla 9)



Figura 20: Cuadernos de Obra – Gobierno Regional del Cusco



Figura 21: Identificación de los Riesgos en las Instalaciones del Gobierno Regional del Cusco



Figura 22: Lectura de los Cuadernos de Obra en las Instalaciones del Gobierno Regional del Cusco

Tabla 9: Lista de Riegos Encontrados en los Cuadernos de Obra

1. Partida nueva a inicio de obra
2. Retraso de la obra por falta
3. Demolición y eliminación de material excedente
4. Mayores metrados
5. Especificar en cuaderno de obra las partidas nuevas y metrados con sus respectivas unidades.
6. Elaboración de expediente de ampliación presupuestal
7. Retraso por lluvias
8. Paralización de jornada por lluvias
9. Aprobación de partidas nuevas por parte de inspección
10. Partida nueva de solado



11. Suspensión de jornada por no contar con agregados
12. Falta de abastecimiento de equipos por huelgas
13. Cambio de partida
14. Mayores metrados en tarrajeo
15. Año fiscal
16. Cambio de residente
17. Paralización de obra por falta de presupuesto
18. Retraso durante la ejecución de obra por falta de asignación presupuestal
19. Falta de material
20. Mal estado de maquinaria
21. Existencias de bolonería que no figura en el expediente
22. Préstamo de material
23. Ampliación de plazo
24. Malos acabados por causa de mano de obra y material
25. Cambio de acabados a última instancia
26. Mayores metrados de repintado
27. Mal manejo de uso de materiales
28. Falta de personal especializado
29. Verificar energía suficiente para el manejo de equipos
30. Requerimiento de material de manera oportuna



31. Mala cotización de materiales
32. Calidad de material
33. Mala programación de cuadrilla
34. Eliminación de material excedente para mejorar la circulación
35. Partidas incompletas
36. Rendimientos del material excedente que no concuerdan con el expediente técnico
37. Contradicción de presupuesto con planos en las partidas
38. Devolución de material
39. Contradicción de rendimientos en el expediente y rendimiento real
40. Espacio insuficiente en almacén
41. Acarreo de material – pérdida de tiempo
42. Contratación de material ajeno
43. Tuberías eléctricas obstruidas
44. Mala instalación de tuberías eléctricas
45. Reducción de personal por falta de asignación presupuestal
46. Mal estado de material
47. Demora en la paga al personal

Fuente: Cuaderno de Obra de las Instituciones Educativas Estudiadas

Los riesgos mencionados son aquellos que fueron registrados por los residentes y supervisores de cada obra.



c) Con ayuda de los dictaminantes y el asesor se procedió a realizar el primer filtro de los riesgos, para poder identificar los riesgos de mayor relevancia. Lo cual llevo a reducir la cantidad de riesgos obtenidos.

d) Se empezó a crear el primer formato de la encuesta en el programa Microsoft Excel, con la finalidad de obtener una forma y presentación adecuada, que sea confiable, comprensivo, que tenga calidad de preguntas, constancia y cumplimiento de objetivo.

Los valores asignados a cada pregunta se le asigno de acuerdo a la matriz de probabilidad e impacto según la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, 6ta edición (PMBOK®, 6ta Edición, 2017).

e) Como segundo filtro se corrigió el formato y el contexto de las preguntas para cada riesgo, teniendo un total de 36 riesgos (Tabla 10), se procedió a entregar las encuestas a ingenieros especialistas para su respectiva validación (Adjuntado en Anexo 7), la fecha de entrega de la encuesta a los ingenieros y la devolución de la encuesta validada fue entre las fechas del 25 al 29 de Marzo del 2019, contamos con cuatro ingenieros docentes de la Universidad Andina del Cusco.

- ✓ Ing. Herbert Darwin Gutiérrez Vallejo
- ✓ Ing. José Humberto Cabezas Mancilla
- ✓ Ing. Iván Vladimir Aparicio Arenas
- ✓ Ing. Hugo Cana Paullo

Y un ingeniero de la Universidad Continental.

- ✓ Ing. Cesar Augusto Turner Martiarena

Todos ellos con diferentes maestrías y experiencia en el campo. Teniendo finalmente nuestro formato para realizar la encuesta a diferentes ingenieros civiles y arquitectos, con cargo de residente, supervisor y otros a nivel o superior.



Tabla 10: *Lista Final de Riesgos Validado por Ingenieros Especialistas*

1. Retraso de la obra por falta de materiales
2. Demolición y eliminación de material excedente que no existan o estén mal dimensionados
3. Retraso por condiciones climáticas
4. Paralización de jornada por condiciones climáticas
5. Demora en la aprobación de partidas nuevas por parte de inspección
6. Partidas necesarias no consideradas en expediente técnico
7. Suspensión de jornada por desabastecimiento de material
8. Falta de abastecimiento de equipos por problemas de huelga y/o sindicato
9. Partidas de expediente técnico o mal proyectadas
10. Metrados subestimados en el expediente técnico
11. Paralización por cambio de residente, personal técnico y/o obrero por final de gestión o año
12. Paralización de obra por falta de presupuesto
13. Desabastecimiento de equipo pesado o maquinaria
14. Mal estado de maquinaria
15. Préstamo de material por desabastecimiento
16. Mano de obra deficiente o no especializada
17. Materiales de mala calidad que afecten a partidas ya ejecutadas
18. Cambio de diseño original de expediente técnico
19. Mal uso de materiales que ocasionen perdidas y/o desperdicios
20. Carencia o deficiencia de energía eléctrica o servicio de agua para ejecución de partidas
21. Demora en trámites de requerimiento de bienes y servicios



22. Mala cotización en la adquisición de bienes y servicios
23. Mala programación de cuadrillas o rendimientos
24. Trabajos extras para mejorar accesos y circulación en obra
25. Devolución de material por préstamos a causa de desabastecimiento
26. Rendimientos del expediente técnico que no concuerdan con el rendimiento real de la obra
27. Espacio insuficiente para almacenar materiales en obra
28. Acarreo de material no considerado en el expediente técnico
29. Deficiencia en ejecución de ductos y tuberías obstruidas
30. Reducción de personal por falta de asignación presupuestal
31. Demora en la paga al personal
32. Accidentes del personal en obra
33. Accesos inadecuados a la zona de trabajo
34. Retrasos en las consultas al proyectista
35. Deslizamientos de taludes en excavaciones
36. Inexistencia de bienes o equipos en el mercado local

Fuente: Cuaderno de Obra de las Instituciones Educativas Estudiadas

f) Finalmente se procedió con la entrega de la encuesta (Adjuntado en Anexo 6), que tuvo una duración de aproximadamente 6 semanas, desde el 3 de Abril del 2019 hasta el 10 de Mayo del 2019.

Para calcular el número de encuestados, se aplicó la fórmula de cálculo de tamaño de muestra, el cual es:

$$N = \frac{Z^2 p q N}{N e^2 + Z^2 p q}$$



Donde los valores que consideramos para las diferentes variables son, con un nivel de confianza (Z) = 85%(1.44), un grado de error (e) = 10%, una población (N) = 100000, una probabilidad de no ocurrencia (q) = 0.95 y una probabilidad de ocurrencia (p) = 0.05, donde obtuvimos el tamaño de muestra, para que sea una investigación confiable se llegó a un resultado de 52 encuestados (Tabla 11), entre ingenieros civiles y arquitectos con los cargos de supervisor, residente de obra y otros a nivel o superior (O.N.S).

Tabla 11: *Lista de Profesionales Encuestados*

1. Ing. Herbert D. Gutiérrez Vallejo	CIP: 45932	O. N. S
2. Ing. Juana N. Valencia Centeno	CIP: 45410	Residente
3. Ing. Oscar A. Sánchez Estrada	CIP: 210680	Residente
4. Ing. Henry Jorge Montesinos	CIP. 117476	Residente
5. Ing. Darwin Mujica Núñez	CIP: 132510	Supervisor
6. Ing. Hugo Cana Paullo	CIP: 82174	O. N. S
7. Arq. Atilio Aguilar Montufar	CAP: 13234	Residente
8. Arq. Michael W. Gonzales Rosado	CAP: 6876	O. N. S
9. Ing. Gulberth Gamarra Pizarro	CIP: 70375	Residente
10. Ing. Anabell Granada Quispe	CIP: 132527	Residente
11. Ing. Kildare J. Ascue Escalante	CIP: 146343	O. N. S
12. Ing. Iván Vladimir Aparicio Arenas	CIP: 126199	Supervisor
13. Ing. Edwin Vargas Paullo	CIP: 196475	O. N. S



14. Ing. Roberto Carlos Araoz Cabrera	CIP: 142086	Residente
15. Ing. Fernando M. Farfán Castañeda	CIP: 166152	Residente
16. Ing. James E. Montoya Chacón	CIP: 207621	Residente
17. Ing. Hernán Coaila Zegarra	CIP: 67498	Residente
18. Ing. Eric E. Vásquez Gamarra	CIP: 103327	Residente
19. Ing. Edwin Cornejo Ccori	CIP: 136371	Supervisor
20. Ing. Carmen C. Gil Rodríguez	CIP: 42468	Supervisor
21. Arq. Jaime Fernando Carbajal Lonira	CAP: 14467	O. N. S
22. Ing. Oscar Berrocal Sánchez	CIP: 106920	Residente
23. Ing. Marco Carbajal Luna	CIP: 53071	O. N. S
24. Ing. Jaime Terrazas Gonzales	CIP: 84693	O. N. S
25. Arq. Nivolas Garay Caviedes	CAP: 8675	O. N. S
26. Ing. Cesar Wilbert Cervantes Bello	CIP: 65526	Supervisor
27. Ing. Irma Mamani Castillo	CIP: 118701	Supervisor
28. Arq. Arthur Arriola Giraldo	CAP: 10763	O. N. S
29. Ing. Fidel Allende Oblitas	CIP: 70092	Residente
30. Arq. Joshedin Marroquín Concha	CAP: 8565	O. N. S
31. Ing. Yeysson Villaca Arone	CIP: 137052	Supervisor



32. Ing. Karla Miranda Aragón	CIP: 54837	Supervisor
33. Ing. Tomás Daniel Valencia Centeno	CIP: 59083	Supervisor
34. Ing. Juan Víctor Casa Apaza	CIP: 104104	Residente
35. Ing. Abel Jalisto Condori	CIP: 150034	Residente
36. Ing. Liz Llerena Cajigas	CIP: 106540	Residente
37. Ing. Ytala Nieves Durand Galindo	CIP: 64064	Supervisor
38. Arq. Jorge Edilberto Alarcón Pérez	CAP: 7681	Supervisor
39. Arq. Gretel Pardo Espinoza	CAP: 7252	Supervisor
40. Ing. José H. Cabezas Mancilla	CIP: 111949	O. N. S
41. Ing. Gustavo Villarreal Ludeña	CIP: 151815	O. N. S
42. Ing. Miguel Ángel Milian Colchado	CIP: 147687	O. N. S
43. Ing. Joel Rendón Cahuana	CIP: 182818	Residente
44. Ing. Sharely Alessandra Escalante Delgado	CIP: 185187	O. N. S
45. Ing. Hazyelt Mostajo Puente de la Vega	CIP: 8437	O. N. S
46. Ing. José Luis Tapia Eche garay	CIP: 8039	O. N. S
47. Ing. Antonhy Arenas Cutid	CIP: 196432	Residente
48. Ing. Cesar Augusto Turner Martiarena	CIP: 182821	Residente
49. Ing. Albert Monzón Valer	CIP: 203127	Residente



50. Ing. Wilberth Alarcón Yábar	CIP: 32207	Supervisor
51. Ing. Frank Machaca Avendaño	CIP: 181864	O. N. S
52. Ing. Erika N. Cairo Mena	CIP: 69004	O. N. S

3.6. Procedimientos de Análisis de Datos

3.6.1. Análisis Cualitativo

Con los riesgos identificados de las encuestas realizadas, se procedió a evaluar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos y el impacto en la ejecución de obra de cada variable en costo y tiempo.

Tabla 12: *Escala de medición de probabilidad*

PROBABILIDAD		
Con Certeza	CC	0.9
Muy Probable	MP	0.7
Probable	P	0.5
Relativamente Probable	RP	0.3
Muy Improbable	MI	0.1

Fuente: Guía del PMBOK-Sexta edición, 2017

Haciendo uso de la matriz de probabilidad e impacto establecida por la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, 6ta edición (PMBOK®, 6ta Edición, 2017), se procedió a priorizar los riesgos de nivel bajo, moderado y alto.

Tabla 13: Matriz de la probabilidad e impacto según la guía del PMBOK

1. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	Muy Alta	0.90	0.045	0.090	0.180	0.360	0.720
	Alta	0.70	0.035	0.070	0.140	0.280	0.560
	Moderada	0.50	0.025	0.050	0.100	0.200	0.400
	Baja	0.30	0.015	0.030	0.060	0.120	0.240
	Muy Baja	0.10	0.005	0.010	0.020	0.040	0.080
2. IMPACTO EN LA EFICIENCIA DE LA OBRA			0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
			Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
3. PRIORIDAD DEL RIESGO					Baja	Moderada	Alta

Fuente: Guía del PMBOK-Sexta edición, 2017

Tabla 14: Escala de Impacto de los Riesgos

OBJETIVO DEL PROYECTO	SE MUESTRAN ESCALAS RELATIVAS O NUMERICAS				
	MUY BAJO / 0.05	BAJO / 0.10	MODERADO / 0.20	ALTO / 0.4	MUY ALTO / 0.80
COSTO	Aumento de coste insignificante	Aumento del costo <5%	Aumento del costo del 5 - 10%	Aumento del costo del 10 - 15%	Aumento del coto >15%
TIEMPO	Aumento de tiempo insignificante	Aumento de tiempo <5%	Aumento de tiempo del 5 - 10%	Aumento de tiempo del 10 - 20%	Aumento de tiempo >20%

Fuente: Guía del PMBOK-Sexta edición, 2017

3.6.2. Análisis Cuantitativo

Para el análisis cuantitativo se utilizó el software @Risk, el cual usando el proceso llamado simulación de Monte Carlo realizó modelaciones del costo y tiempo teniendo en cuenta los riesgos altos para cada uno, obtenidos en el análisis cualitativo. Como resultado de estas modelaciones se pudo obtener un costo y un tiempo estimado que se asemejan al costo final y tiempo final que nos da el expediente técnico.