

**PLAN METODOLÓGICO DE TRABAJO PARA LA SUPERVISIÓN Y MEJORA DE  
LAS ACTIVIDADES DE OBRA DE CONTRATISTAS EN EL SECTOR DE LA  
CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**AUTOR**

**JULIÁN LEANDRO GUZMÁN RODRÍGUEZ**

Ingeniero Civil  
Julian.guzman.1991@hotmail.es

**“Articulo presentado como trabajo final de Especialización en Gerencia Integral de  
Proyectos”**

**TUTOR**

**Ing. Guillermo Roa Rodríguez, MSc**

Ingeniero en Mecatrónica - Universidad Militar Nueva Granada  
Especialista en Gerencia de proyectos de la Universidad Nueva Granada  
Magister en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nueva Granada  
Coordinador Especialización en Gerencia Integral de Proyectos y  
Maestría en Gerencia de Proyectos de la Universidad Militar Nueva Granada  
PRINCE2 Foundation Certificate in Project Managment  
Professional Scrum Master PSM I  
guillermo.roa@unimilitar.edu.co



**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS  
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
JUNIO 2016**

# **PLAN METODOLÓGICO DE TRABAJO PARA LA SUPERVISIÓN Y MEJORA DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA DE CONTRATISTAS EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

## **METHODOLOGICAL WORK PLAN FOR IMPROVING SUPERVISION AND ACTIVITIES WORK OF CONTRACTORS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY OF ROAD INFRAESTRUCTURE**

Julián Leandro Guzmán Rodríguez  
Civil Engineer  
Universidad Militar Nueva Granada.  
Bogotá, Colombia  
[u1301101@unimilitar.edu.co](mailto:u1301101@unimilitar.edu.co)

### **RESUMEN**

El presente trabajo muestra una estructura metodológica que permite identificar analizar y actuar mediante la supervisión del desarrollo en la ejecución de las actividades de obra realizadas por los contratistas del sector de la construcción, con el fin de cumplir con los requisitos del marco legal vigente reglamentario y otros suscritos en las especificaciones técnicas de los proyectos definidas por el cliente y partes interesadas para la ejecución de obras de infraestructura vial y de esta forma llevar acabo los objetivos propuestos para el desarrollo del proyecto. El documento presenta, paso a paso, la identificación y valoración de actividades críticas y de gran impacto definidas para el desarrollo de los proyectos y a su vez los contenidos que especifican la estructura de supervisión de actividades para describir apropiadamente el proceso de ejecución de los proyectos de infraestructura vial, mediante un plan definido y bien estructurado que permite a las personas encargadas la supervisión completa de las actividades de los contratistas en la ejecución de las obras. A través de las diferentes alternativas propuestas para la revisión de cada una de las áreas fijadas en el proyecto y de esta forma obtener una serie de lineamientos que permita a los supervisores o gerentes de proyecto ver un panorama de forma global y con datos específicos de la obra, para realizar un respectivo análisis y poder llegar a una toma de decisiones prácticas y oportunas.

**Palabras Clave:**

Infraestructura vial, contratistas, subcontratistas, actividades de obra, construcción, gestión ambiental, seguridad y salud en el trabajo, contratante, especificaciones técnicas, actividades de alto impacto, actividades de obra.

**ABSTRACT**

This paper presents a methodological framework that identifies analyze and act by monitoring the development in the implementation of activities of work performed by contractors in the construction sector in order to meet the requirements of the legal framework existing regulatory and other subscribers in the technical specifications of the projects defined by the client and stakeholders to implement road infrastructure and thus carry out the objectives for the project. The document presents, step by step, the identification and assessment of critical activities and highly defined development impact of projects and in turn the contents that specify the structure of supervision of activities to properly describe the process of implementation of projects road infrastructure, through a defined and well-structured that allows people responsible full supervision of the activities of contractors in the execution of the work plan. Through the various alternative proposals for the review of each of the areas set out in the project and thus obtain a set of guidelines that allow supervisors or project managers see an overview globally and with specific data work for a respective analysis and to reach a practical and timely decision making.

**Keywords:**

Road infrastructure, contractors, subcontractors, construction activities, construction, environmental management, Safety and Health at Work, contractor, Technical Specifications, high-impact activities, work activities.

**INTRODUCCIÓN**

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los 47 procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco Grupos de Procesos. Estos cinco Grupos de Procesos Inicio, Planificación, Ejecución, monitoreo y Control, Cierre. (INSTITUTE, 2013)

Una de las metodologías en la cual se basa el proyecto es PRINCE2 la cual básicamente busca una aproximación estructurada a la gestión de proyectos, mediante un método para gestionar proyectos dentro de un marco de trabajo claramente definido. Esta metodología describe procedimientos capaces de coordinar personas y actividades en un proyecto, diseñar, supervisar el proyecto y los pasos que se deben seguir si ocurre alguna desviación de lo planificado y es necesario realizar ajustes.

Este método propicia la división de las tareas en etapas, lo cual permite una utilización eficiente de los recursos y un seguimiento y monitorización muy ajustada a las tareas reales, que permite que el proyecto se desarrolle de una forma controlada y organizada. PRINCE2 es un método ampliamente reconocido, que proporciona un lenguaje común a todos los participantes en el proyecto. Incluye descripciones de los roles de gestión y las responsabilidades asignadas a los participantes en el proyecto, esto resulta beneficioso a la hora de adaptarlo a un proyecto determinado con un grado de complejidad y necesidad de habilidades de organización y conocimientos para llevar a cabo las distintas tareas del proyecto. (INTERNATIONAL, 2015)

La metodología del PMI proporciona pautas para la dirección de proyectos individuales y define conceptos relacionados con la dirección de proyectos. Describe asimismo el ciclo de vida de la dirección de proyectos y los procesos relacionados, así como el ciclo de vida del proyecto. La *Guía del PMBOK®* contiene el estándar, reconocido a nivel global y la guía para la profesión de la dirección de proyectos (detallado en el Anexo A1). Por estándar se entiende un documento formal que describe normas, métodos, procesos y prácticas establecidos. Al igual que en otras profesiones, el conocimiento contenido en este estándar evolucionó a partir de las buenas prácticas reconocidas de los profesionales dedicados a la dirección de proyectos que han contribuido a su desarrollo.

La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo para completar el proyecto con éxito. Gestionar el alcance del proyecto se enfoca primordialmente en definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto mediante la planificación de la gestión del alcance, recopilación de requisitos, definición del alcance, creación de la EDT y validación del alcance. (INSTITUTE, 2013)

La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto mediante la planificación de la gestión del cronograma, definición, de actividades, secuencia de actividades, estimación de recursos, desarrollo del cronograma y control del mismo. (INSTITUTE, 2013)

La Gestión de los Costos del Proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Para esto es importante contar con una buena planificación de la gestión del costo, estimar los costos, determinar el presupuesto, controlar los costos. (INSTITUTE, 2013)

En actualidad el sector de la construcción maneja uno de los indicadores económicos más importantes y de gran crecimiento en la escala de la economía nacional contribuyendo a la rehabilitación, mejoramiento, reconstrucción y generación de nuevas obras en país mejorando así la infraestructura nacional y contribuyendo al aumento del Producto Interno Bruto del país. Para llevar a cabo el desarrollo de estos grandes proyectos es importante el manejo de la figura de contratistas como persona o entidad jurídica que asume contractualmente ante otra entidad pública o privada (contratante) la prestación de uno o más servicios servicio según el alcance y objeto

del contrato, mediante el cumplimiento de unos requisitos mínimos los cuales se determinan según las particularidades en cada proyecto. Esta figura de contratita debe garantizar un total cumplimiento de la legislación nacional, la normatividad y las especificaciones establecida por la parte contratante y entidades involucradas al proyecto como los ministerios, secretarías, CAR, ANLA, entre otros.

Muchas de las empresas contratistas encargadas de la realización de estas obras de infraestructura no cuentan con algunos de los requisitos mínimos para la ejecución de los proyectos aumentando la probabilidad de sucesos negativos en cada una de las áreas de trabajo del proyecto, lo que puede ser causal según la normatividad de multas pecuniarias sanciones a la empresas y/o funcionarios, posibles inhabilidades según el nivel del riesgo y suceso presentado a lo largo de la ejecución del proyecto. Por tal motivo muchas de las empresas contratistas se ven en la necesidad de tercerizar o subcontratar (outsourcing) algunos servicios con el fin de continuar y completar los requerimientos faltantes dentro de su planeación para llevar a cabo la ejecución del proyecto como por ejemplo a través de gente, maquina, herramientas, equipos e insumos para la ejecución de la obra. Estos trabajos realizados por las empresas subcontratistas deben ser regulados de forma global y según lo contemplen la legislación y normatividad legal vigente, los pliegos de condiciones y el alcance del contrato.

En algunos casos existen subcontratistas que ejecutan las actividades de obra que les han sido tercerizadas por querer cumplir o con las metas propuestas sin tener en cuenta los impactos a la comunidad involucrada en el área de influencia, al medio ambiente, la cultura del autocuidado y la protección de los trabajadores, las especificaciones técnicas, el poco interés por preservar los recursos naturales y es ahí cuando inician las falencias en los proyectos y no se logra la satisfacción de los diferentes involucrados al proyecto.

Dentro del gremio de la subcontratación en general no se tiene en cuenta al detalle todos los componentes que hacen parte de las actividades del proyecto y pasan por alto muchos de los requerimientos y disposiciones de diferentes entidades reguladoras por no contar con un plan metodológico de trabajo para la supervisión de las actividades de las principales áreas en la ejecución de proyectos de infraestructura vial que les permita identificar de forma puntual los componentes principales que se deben desarrollar durante la ejecución de los proyectos.

Para el presente trabajo se realiza un sondeo inicial identificando el objeto y las especificaciones del contrato en donde se establecerá una EDT que permitirá identificar cuáles son las actividades y los paquetes de trabajo a desarrollar, se debe hacer una clasificación de los riesgos que se pueden asociar en cada actividad y un plan estratégico para mitigar los impactos negativos, se establecerá un cronograma de tiempo secuencial con las actividades y estimando las duraciones, se hace una matriz presupuestal para garantizar el flujo de caja del proyecto y se integran estos procesos para permitir desarrollar el plan metodológico. Con el plan metodológico se realizara la formulación de los procesos mediante la identificación de actividades, la definición de secuencia de actividades, la duración que debe tener cada una dentro de su

paquete de entregables y estableciendo un criterio de calificación cualitativo y cuantitativamente para poder identificar, analizar y actuar a través de la supervisión los diferentes factores que afectan las actividades realizadas en obras de infraestructura vial ejecutadas por los contratistas.

Para la identificación de los aspectos que componen el presente plan de trabajo se realiza bajo cuatro principales áreas clasificadas en *área técnica* donde se realizara desde las facturaciones mensuales hasta las retenciones del proyecto con el fin de garantizar un flujo para la empresa, el *área ambiental* encargada del seguimiento de las licencias, capacitaciones, señalización y procedimientos de obra, el *área de talento humano* donde se realice un proceso claro y bien definido desde la reclutamiento de personal, contratación, socialización del perfil, capacitaciones, evaluaciones y acciones de mejora, el *área de seguridad y salud en el trabajo* estableciendo mediante parámetros que permita promover la cultura del autocuidado. Estas áreas entran hacer aplicadas en los proyectos de infraestructura vial con el contrato previamente firmado y legalizado teniendo en cuenta que los aspectos contractuales han sido aprobados por la interventoría o supervisores del contrato.

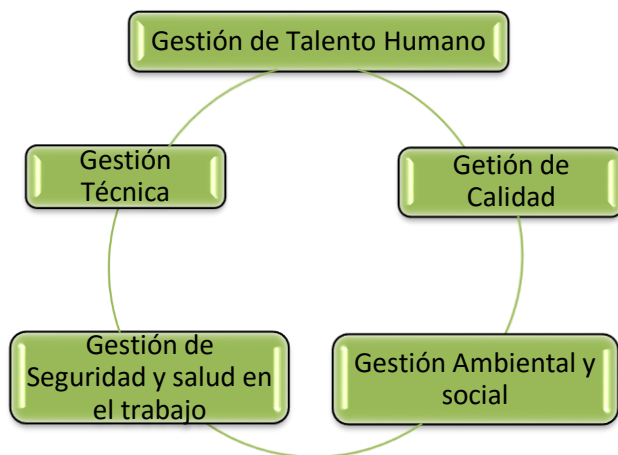
Una vez identificadas las áreas del proyecto en la cual se va a implementar el plan metodológico de trabajo para la supervisión de las actividades de los subcontratistas del sector de la construcción de la infraestructura vial, se valoran cada uno de los componentes establecidos en las áreas según el criterio de evaluación que corresponda y la ponderación que se le dé a cada actividad, de tal forma que logre recopilar cualitativa y cuantitativa los resultados para ser consolidados de forma global en un solo informe. Estos indicadores nos permiten mediar una o más veces según la duración y las particularidades de cada proyecto.

Según los resultados obtenidos en cada una de las actividades o paquetes de trabajo establecidas en las cuatro áreas, se va a realizar un informe con acciones correctivas de cada uno de los hallazgos que pueda generar un impacto negativo en el proyecto para poder establecer una serie de acciones o cambios en las metodologías definidas inicialmente para mitigar el riesgo y grado de incidencia sobre el proyecto. De acuerdo en que actividad, el área y clase de impacto negativo donde se esté generando el hallazgo, así mismo serán las acciones a tomar que puede ir desde una serie de medidas preventivas sobre la realización del trabajo, posibles cambios en las metodologías de cada actividad, nuevas directrices al personal de obra o disposiciones más contundentes sobre el o los responsables del paquete de trabajo a cargo.

# 1. MATERIALES Y MÉTODOS

## 1.1. Identificación de actividades críticas en el sector de la construcción

Para el presente plan metodológico de trabajo se hace un previo reconocimiento de los diferentes proyectos de infraestructura vial vigentes a nivel nacional los cuales permiten establecer como áreas estratégicas para la ejecución y desarrollo de las diferentes etapas de la obra las siguientes áreas:



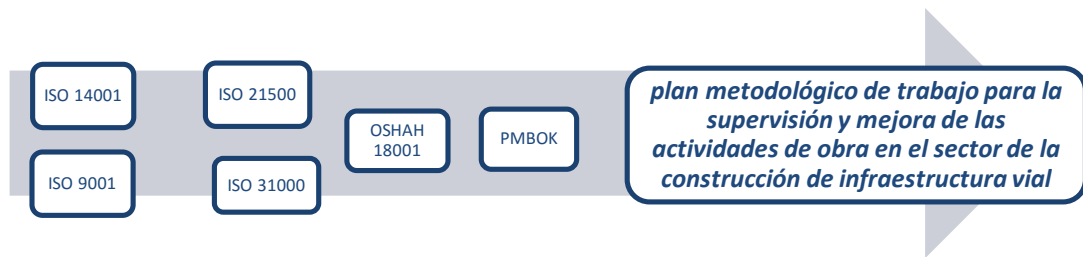
**Figura 1:** Actividades críticas  
**Fuente:** Elaboración propia

Estas áreas logran enmarcar los diferentes y principales componentes en el sector de la construcción que permiten el desarrollo de los proyectos en sector de la infraestructura vial. Por tal motivo a continuación se presenta una estructura de desglose de trabajo (EDT) la cual ilustrará de forma puntual y detallada cada una de las principales actividades estructuras para la ejecución y buen desarrollo de una obra, con el fin de disminuir la probabilidad de riesgo y minimizar los impactos negativos que estas áreas pueden causar sobre el proyecto de forma directa con cada uno de los entregables, afectando la continuación del proyecto, suspensión o terminación del contrato y posibles sanciones e inhabilidades para las empresas y sus trabajadores.

Por tal motivo el **plan metodológico de trabajo para la supervisión y mejora de las actividades de obra en el sector de la construcción de infraestructura vial** busca disminuir las probabilidades de ocurrencia de todos aquellos sucesos y eventos inesperados, garantizar la optimización de tiempos de trabajo, el cumplimiento del marco legal laboral y ambiental, eficiencia en los trabajos realizados, utilización óptima de la materia prima de la obra, los flujos de caja ejecutados, cumplimiento de cronogramas de obra y mitigar las posibles afectaciones con los trabajos realizados, garantizando el buen desarrollo del proyecto el bienestar de las comunidades y la protección de los recursos y el ambiente.

## 1.2. Formulación de proyecto

Para la formulación del presente *plan metodológico de trabajo* se parte desde la firma de orden de inicio del proyecto en donde se da por hecho ante las instituciones públicas o privadas el cumplimiento legítimo de la empresa en temas legales, financieros, tributarios y técnicos según lo exige la ley de la contratación. Una vez cumplido lo anterior el proyecto abre sus puertas a una a la definición de la gestión del alcance según las particularidades presentadas en los anexos técnicos y pliego de condiciones de cada proyecto de infraestructura vial, con el fin de dar cumplimiento al alcance del proyecto, satisfacer a los stakeholders y lograr una articulación adecuada en las actividades con cada uno de los miembros del equipo de proyecto a través de las siguientes normativa y metodologías de proyectos:



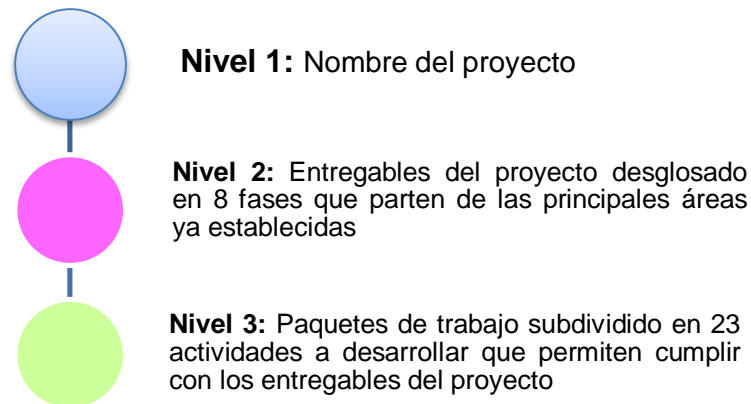
**Figura 2:** Formulación del plan metodológico  
**Fuente:** Elaboración propia

Ya con la implementación y un adecuado seguimiento *plan metodológico de trabajo* se busca que los proyectos cumplan ejecutando plenamente el alcance propuesto, atendiendo a las necesidades de los stakeholders, que el proyecto e encuentre dentro de los límites de costos establecidos, cumpliendo con la calidad de materiales y trabajos realizados dentro del tiempo establecido y los criterios establecidos desde un inicio.



### 1.2.1. Gestión del alcance

Mediante la gestión del alcance del presente trabajo se pretende establecer en las empresas uniones temporales o consorcios del sector de la infraestructura vial establecer mediante las buenas prácticas una serie de políticas, procedimientos, plantillas o formatos y lecciones aprendidas que se van a desarrollar en cada proyecto y según sus particularidades. Para esto se realiza a través de la siguiente Estructura de Desglose de Trabajo que describe en forma jerárquica de arriba hacia abajo expresado básicamente de lo general a lo particular dividido mediante 3 niveles:



**Figura 3:** Formulación del plan metodológico

**Fuente:** Elaboración propia

Para comprender de forma más clara el objetivo de los paquetes de trabajo se presenta un **diccionario de la EDT** con el fin de tener un poco más específicos los objetivos:

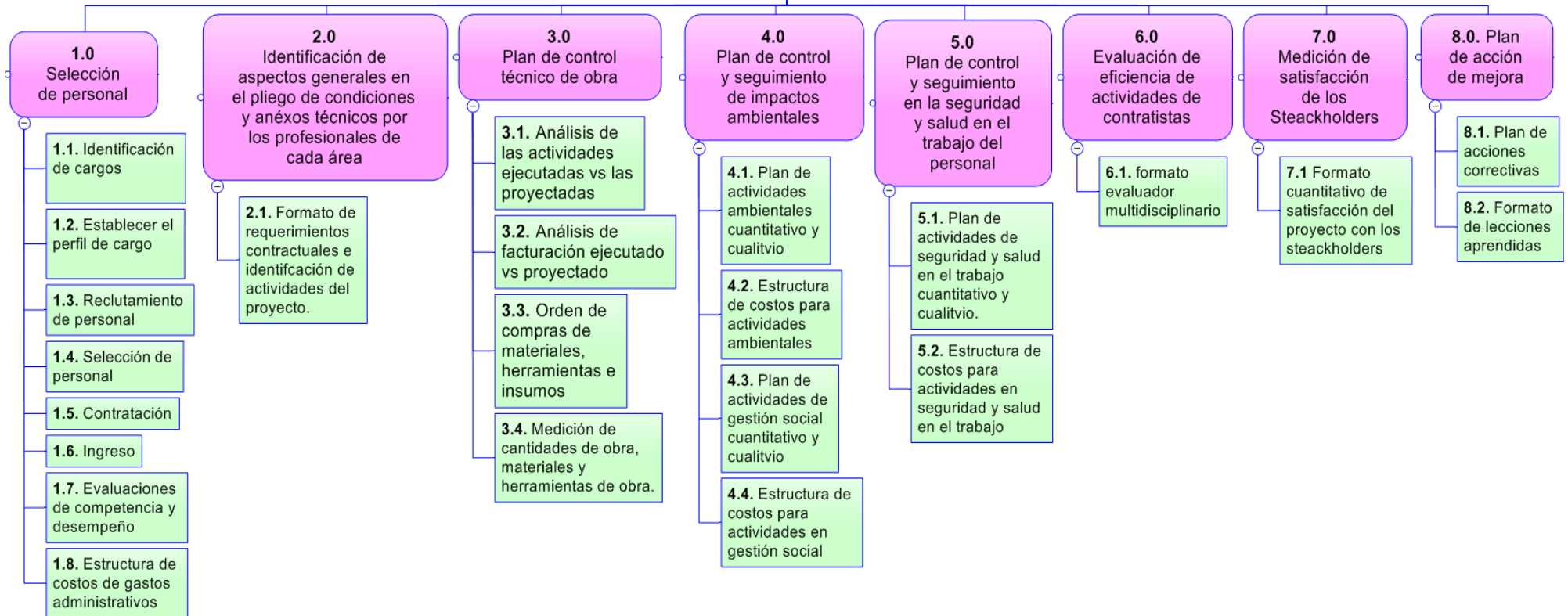
*Plan de control técnico de obra:* Es un documento que especifica los aspectos técnicos en la ejecución de las obras como lo son materiales, herramienta y equipo, maquinaria, programación de actividades y facturación.

*Plan de control y seguimiento de impactos ambientales:* son unas plantillas que permiten identificar de las actividades a realizar cuáles son sus entregables, capacitaciones, reuniones, fechas de entregas, actividades y costos de las mismas

*Plan de control y seguimiento de seguridad y salud en el trabajo:* son unas plantillas que permiten identificar de las actividades a realizar cuáles son sus entregables, capacitaciones, reuniones, fechas de entregas, actividades y costos de las mismas

*Plan de acciones de mejora:* Es un documento que especifica los principales hallazgos y oportunidades de mejora de cada uno de los paquetes de trabajo definidos en la EDT con el fin de buscar la mejora continua dentro de la implementación del plan de trabajo.

**PLAN METODOLÓGICO DE TRABAJO PARA LA SUPERVISIÓN Y MEJORA DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA DE CONTRATISTAS EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL**



**FIGURA 4:** Estructura de desglose de trabajo  
Fuente: Elaboración propia.

## 1.2.2. Gestión del Tiempo

Para poder hacer la estimación del tiempo de implementación y desarrollo del plan metodológico se calculan las actividades de acuerdo a los paquetes de trabajo definidos en la EDT.

**Tabla 1:** Definición de las actividades de obra

Item	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD
<b>1</b>	<b>SELECCIÓN DE PERSONAL</b>
1,1	Identificación de cargo
1,2	Establecer el perfil de cargo
1,3	Reclutamiento de personal
1,4	Selección de personal
1,5	Contratación
1,6	Ingreso
1,7	Evaluaciones de competencias y desempeño
1,8	Estructura de costos administrativos
<b>2</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS GENERALES EN EL PLIEGO Y ANEXOS TÉCNICOS</b>
2,1	Formato de requerimientos y actividades contractuales
<b>3</b>	<b>PLAN DE CONTROL TÉCNICO DE OBRA</b>
3,1	Orden de compras de materiales, herramientas e insumos
3,2	Análisis de actividades ejecutadas vs actividades proyectadas
3,3	Medición de cantidades de obras, materiales y herramientas de obra
3,4	Análisis de facturación ejecutada vs facturación proyectada
<b>4</b>	<b>PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>
4,1	Plan de actividades ambientales cuantitativo y cualitativo
4,2	Estructura de costos para actividades ambientales
4,3	Plan de actividades de gestión social cuantitativo y cualitativo
4,4	Estructura de costos para actividades de gestión social
<b>5</b>	<b>PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO EN LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>
5,1	Plan de control y seguimiento en la seguridad y salud en el trabajo
5,2	Estructura de costos para actividades de Seguridad y salud en el trabajo
<b>6</b>	<b>EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE ACTIVIDADES DE LOS CONTRATISTAS</b>
6,1	Formato evaluador multidisciplinario
<b>7</b>	<b>MEDICIÓN DE SATISFACCIÓN DE LOS STACKEOLDERS</b>
7,1	Formato cuantitativo de satisfacción del proyecto
<b>8</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN DE MEJORA</b>
8,1	Plan de acciones correctivas
8,2	Formato de lecciones aprendidas

Una vez se tenga una lista de chequeo de las actividades, se procede con la asignación de un tiempo determinado en el cual se va a ejecutar cada paquete de trabajo y una secuencia de forma cronológica con el fin de llevar un proceso adecuado en el desarrollo de las actividades.

**Tabla 2:** Definición de la duración de las actividades

Item	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN (días)	ANTECEDE	ACTIVIDAD	PRECEDENCIA
<b>1</b>	<b>SELECCIÓN DE PERSONAL</b>				
1,1	Identificación de cargo	1	-	A	B
1,2	Establecer el perfil de cargo	2	A	B	C
1,3	Reclutamiento de personal	8	B	C	D
1,4	Selección de personal	2	C	D	E
1,5	Contratación	1	D	E	H,F
1,6	Ingreso	1	E	F	J,F,G
1,7	Evaluaciones de competencias y desempeño	3	F	G	-
1,8	Estructura de costos administrativos	1	E	H	-
<b>2</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS GENERALES EN EL PLIEGO Y ANEXOS TÉCNICOS</b>				
2,1	Formato de requerimientos y actividades contractuales	3	F	I	K,L,M
<b>3</b>	<b>PLAN DE CONTROL TÉCNICO DE OBRA</b>				
3,1	Orden de compras de materiales, herramientas e insumos	4	F	J	-
3,2	Análisis de actividades ejecutadas vs actividades proyectadas	2	I	K	T
3,3	Medición de cantidades de obras, materiales y herramientas de obra	4	I	L	T
3,4	Análisis de facturación ejecutada vs facturación proyectada	2	I	M	T
<b>4</b>	<b>PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>				
4,1	Plan de actividades ambientales cuantitativo y cualitativo	4	F	N	T
4,2	Estructura de costos para actividades ambientales	2	N	O	-
4,3	Plan de actividades de gestión social cuantitativo y cualitativo	4	F	P	T
4,4	Estructura de costos para actividades de gestión social	2	P	Q	-
<b>5</b>	<b>PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO EN LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>				
5,1	Plan de control y seguimiento en la seguridad y salud en el trabajo	4	F	R	T
5,2	Estructura de costos para actividades de Seguridad y salud en el trabajo	2	R	S	-
<b>6</b>	<b>EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE ACTIVIDADES DE LOS CONTRATISTAS</b>				
6,1	Formato evaluador multidisciplinario	2	k,L,M,N,P,R	T	U
<b>7</b>	<b>MEDICIÓN DE SATISFACCIÓN DE LOS STACKEOLDERS</b>				
7,1	Formato cuantitativo de satisfacción del proyecto	3	K,L,M,N,P,R	U	V
<b>8</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN DE MEJORA</b>				
8,1	Plan de acciones correctivas	2	U	V	W
8,2	Formato de lecciones aprendidas	1	V	W	

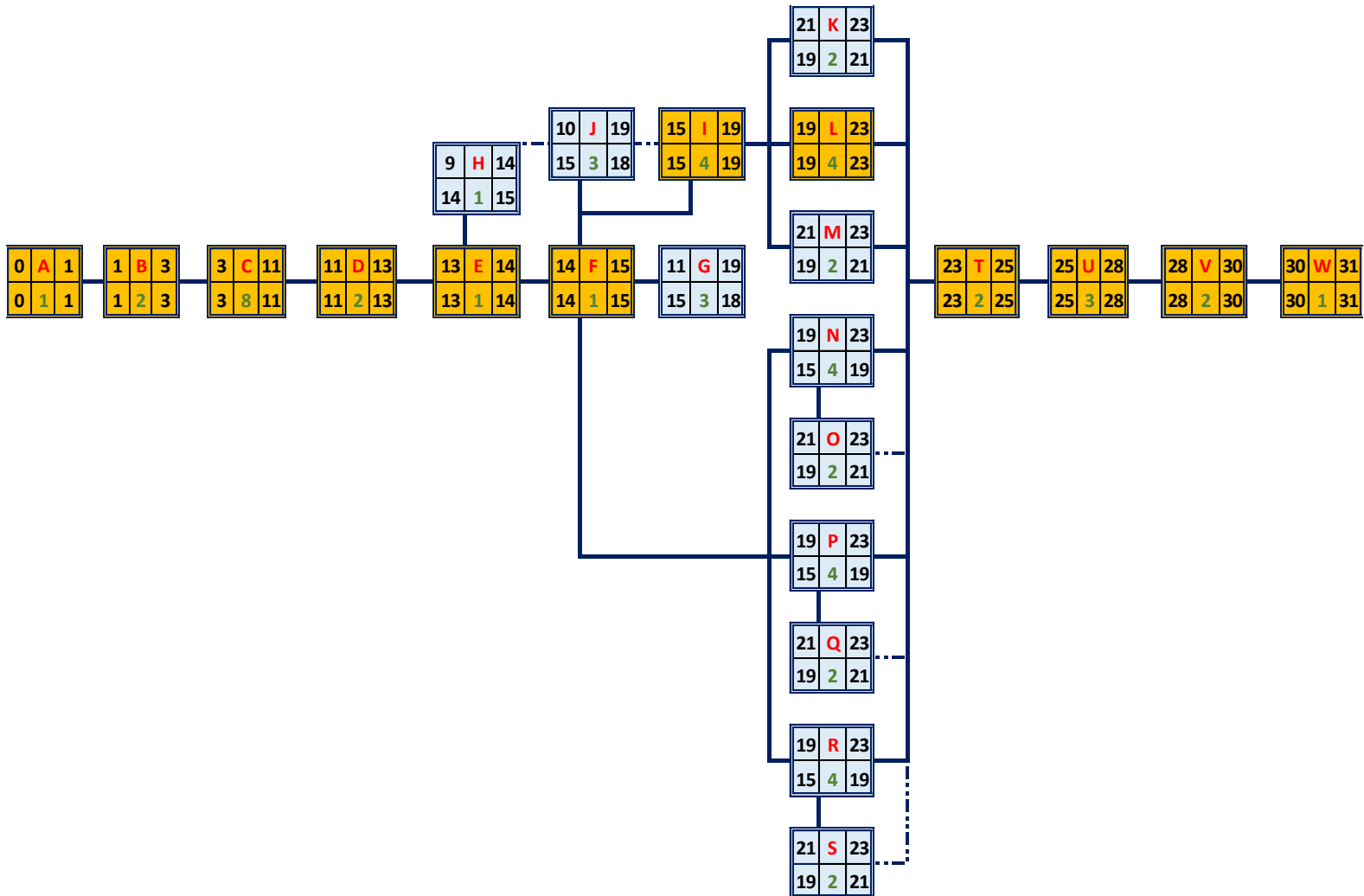
Una vez definidos los tiempo y cuál es la precedencia de los paquetes de trabajo de busca mediante el diagrama de Gantt establecer cuáles son las principales actividades que no dan espera evitando periodos ociosos innecesarios.

Para el cálculo de la ruta crítica se establece la siguiente metodología:

FIL	X	FTL
FIP	N°	FTP

- ✓ FIL: Fecha de inicio más próxima
- ✓ FTL: Fecha de terminación más próxima
- ✓ X: Actividad
- ✓ N°: Tiempo que dura la actividad
- ✓ FIP: Fecha de inicio más próxima
- ✓ FTP: Fecha de terminación más próxima

Una vez estructurada la red de Gantt se procede a determinar las holguras en cada una de las actividad para lograr identificar la ruta crítica (**Color dorado**) la cual nos representa las actividades que no tiene margen de espera en el rango de días y deben ser realizadas sin retraso alguno para llevar acabo y dentro de los tiempos establecidos la implementación del *plan metodológico de trabajo para la supervisión y mejora de las actividades de obra en el sector de la construcción de infraestructura vial*.



**FIGURA 5:** Calculo de la ruta crítica  
**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez calculada la ruta crítica se establece en la tabla de actividades cuales son los paquetes de trabajo de realización inmediata y sin tiempos de espera para que esto sea de conocimiento de todos los miembros del equipo de proyecto.

**Tabla 3:** Tabla de cálculo de Holguras

Item	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	ANTECEDE	ACTIVIDAD	DURACIÓN (días)	%	PRECEDENCIA	HOLGURAS
<b>1</b>	<b>SELECCIÓN DE PERSONAL</b>						
1,1	Identificación de cargo	-	<b>A</b>	1	3,23	B	0
1,2	Establecer el perfil de cargo	A	<b>B</b>	2	6,45	C	0
1,3	Reclutamiento de personal	B	<b>C</b>	8	25,81	D	0
1,4	Selección de personal	C	<b>D</b>	2	6,45	E	0
1,5	Contratación	D	<b>E</b>	1	3,23	H,F	0
1,6	Ingreso	E	<b>F</b>	1	3,23	J,F,G	0
1,7	Evaluaciones de competencias y desempeño	F	<b>G</b>	3	9,68	-	1
1,8	Estructura de costos administrativos	E	<b>H</b>	1	3,23	-	1
<b>2</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS GENERALES EN EL PLIEGO Y ANEXOS TÉCNICOS</b>						
2,1	Formato de requerimientos y actividades contractuales	F	<b>I</b>	3	9,68	K,L,M	0
<b>3</b>	<b>PLAN DE CONTROL TÉCNICO DE OBRA</b>						
3,1	Orden de compras de materiales, herramientas e insumos	F	<b>J</b>	4	12,90	-	1
3,2	Análisis de actividades ejecutadas vs actividades proyectadas	I	<b>K</b>	2	6,45	T	2
3,3	Medición de cantidades de obras, materiales y heramientas de obra	I	<b>L</b>	4	12,90	T	0
3,4	Análisis de facturación ejecutada vs facturación proyectada	I	<b>M</b>	2	6,45	T	2
<b>4</b>	<b>PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIETO DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>						
4,1	Plan de actividades ambientales cuantitativo y cualitativo	F	<b>N</b>	4	12,90	T	4
4,2	Estructura de costos para actividades ambientales	N	<b>O</b>	2	6,45	-	2
4,3	Plan de actividades de gestion social cuantitativo y cualitativo	F	<b>P</b>	4	12,90	T	4
4,4	Estructura de costos para actividades de gestión social	P	<b>Q</b>	2	6,45	-	2
<b>5</b>	<b>PLAN DE CONTROL Y SEGUIMIENTO EN LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>						
5,1	Plan de control y seguimiento en la seguridad y salud en el trabajo	F	<b>R</b>	4	12,90	T	4
5,2	Estructura de costos para actividades de Seguridad y salud en el trabajo	R	<b>S</b>	2	6,45	-	2
<b>6</b>	<b>EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE ACTIVIDADES DE LOS CONTRATISTAS</b>						
6,1	Formato evaluador multidisciplinario	k,L,M,N,P,R	<b>T</b>	2	6,45	U	0
<b>7</b>	<b>MEDICIÓN DE SATISFACCIÓN DE LOS STACKEOLDERS</b>						
7,1	Formato cuantitativo de satisfacción del proyecto	K,L,M,N,P,R	<b>U</b>	3	9,68	V	0
<b>8</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN DE MEJORA</b>						
8,1	Plan de acciones correctivas	U	<b>V</b>	2	6,45	W	0
8,2	Formato de lecciones aprendidas	V	<b>W</b>	1	3,23		0

Fuente: Elaboración propia.

### 1.2.3. Estructura de costos

Para la implementación de este plan metodológico se debe partir de que más que maquinaria, insumos , materiales que se puedan requerir para la ejecución de cualquier contrato, este plan metodológico partes de un focus group entre los principales profesionales encargados de cada área.

Ya definido el tiempo de cada una de estas actividades el cual no supera los 31 unos días calendario se realiza un cuadro acerca del presupuesto de administración que nos permite ver el costo del personar que se requiere para dicha implementación.

**TABLA 4: Nomina de la administración.**

CARGO	SUELDO BÁSICO	SUELDO+AUX TRANS	SEGURIDAD SOCIAL				APORTES PARAFISCALES	CARGA PRESTACIONAL				TOTAL DE CARGA PRESATACIONAL POR MES	TOTAL DE MESES LABORALES		
			SALUD	FP	ARL			CCF	CESANTIAS	INTERESE S CESA	VACACIONES				PRIMA
					ADMO	OBRA									
4,00%	12%	0,52%	6,96%	4%	8,33%	1%	4,17%	8,33%							
Residente	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	\$ 100.000	\$ 300.000	\$ -	\$ 174.000	\$ 100.000	\$ 208.250	\$ 2.083	\$ 104.250	\$ 208.250	\$ 3.696.833	1	\$ 3.696.833	
SISOMA	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 72.000	\$ 216.000	\$ -	\$ 125.280	\$ 72.000	\$ 149.940	\$ 1.499	\$ 75.060	\$ 149.940	\$ 2.661.719	1	\$ 2.661.719	
Trabajador social	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 72.000	\$ 216.000	\$ -	\$ 125.280	\$ 72.000	\$ 149.940	\$ 1.499	\$ 75.060	\$ 149.940	\$ 2.661.719	1	\$ 2.661.719	
			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	1	\$ -	
														\$ 9.020.271	

Fuente: Elaboración propia.

Una vez definido cuales son los gastos de administración se procede a determinar los costos fijo del mes para determinar el valor total de cuánto cuesta implementar el plan de trabajo.

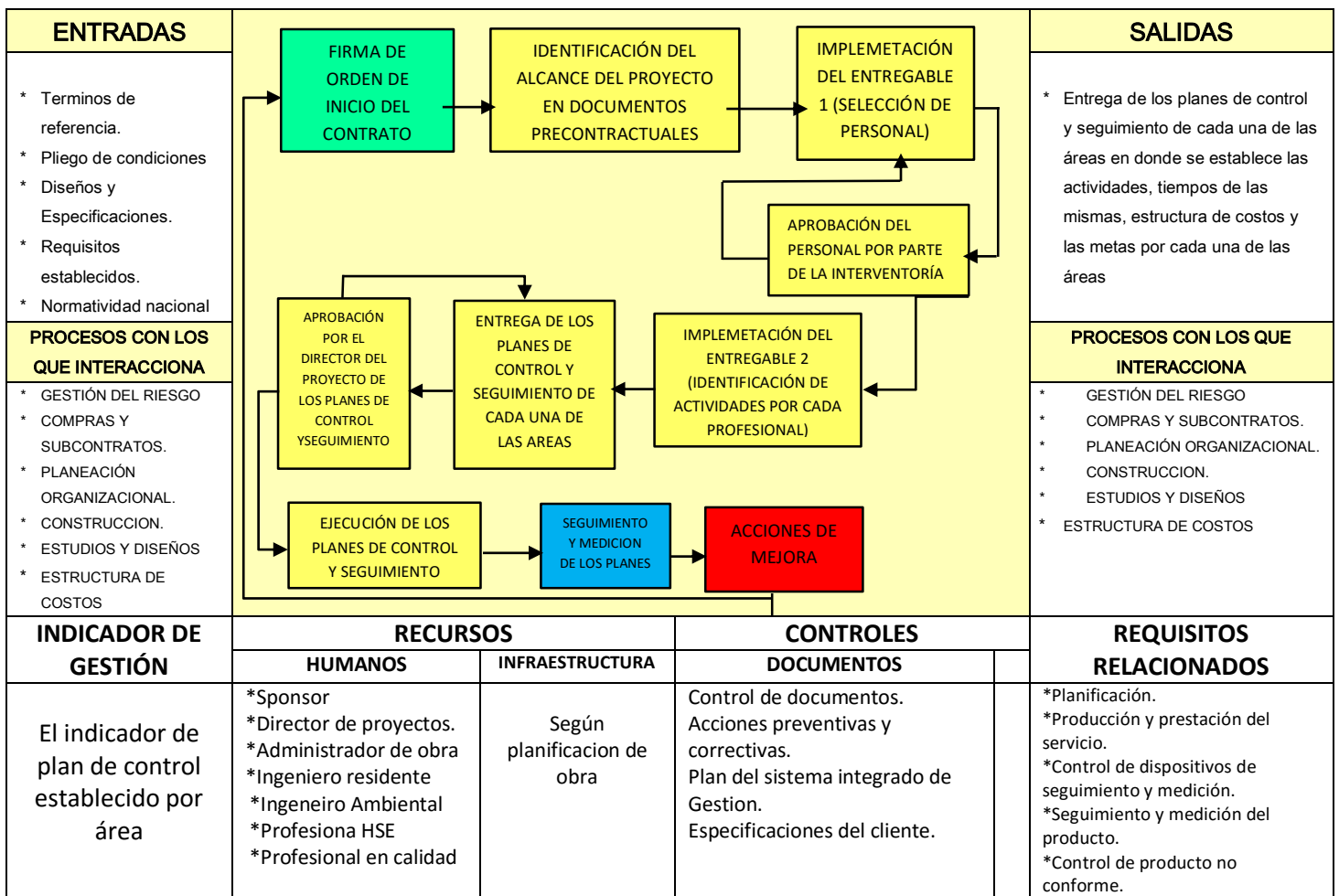
**TABLA 4: Estructura de costos**

COSTOS FIJOS TOTALES DEL MES	
Arriendos oficina amobladas	\$ 900.000
Aseo y Cafetería	\$ 60.000
Papelería	\$ 50.000
Insumos oficina	\$ 100.000
Nómina de personal	\$ 9.020.271
<b>Total costos fijos</b>	<b>\$ 10.130.271</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 1.2.4. Identificación de riesgos asociados a los contratistas en el sector de construcción

Los principales riesgos deben ser identificados en los planes de control y seguimiento establecidos en la EDT como los entregables del proyecto por cada profesional según las cinco actividades críticas ya definidas (Talento humano, técnico, calidad, ambiental y seguridad y salud en el trabajo), para esto se establece un mapa de procesos de identificación del riesgos que permite establecer una secuencia en los procesos de la mitigación de los riesgos e impactos negativos presentes en la ejecución y cierre de los proyectos de infraestructura vial.



**FIGURA 6:** Mapa de procesos para la identificación de riesgos  
**Fuente:** Elaboración propia.

Después de la identificación de la secuencia que se debe seguir para la valoración de los riesgos se detallara en cada área cual va ser la dinámica que se desarrollara en cada una haciendo una identificación, valoración y clasificación como se describe a continuación.

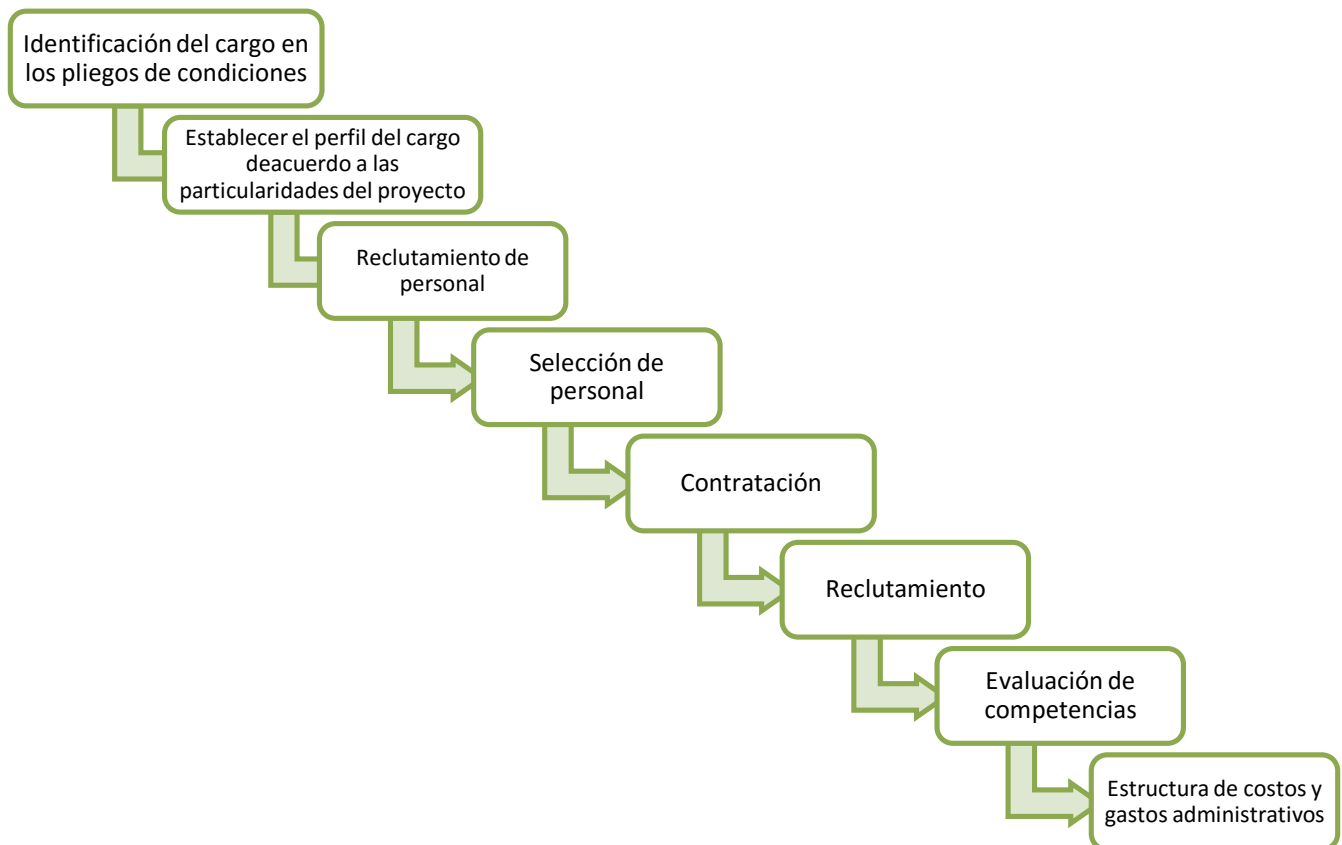


### 1.2.4.1. Talento Humano

En el sector de la construcción el talento humano es un puente entre las necesidades y requerimientos entre el cliente interno y la organización con el fin de conocer a fondo las fortalezas, habilidades de cada uno de los miembros de la organización y con esto explotarlos al máximo, para esto talento humano debe conocer cuál es el contexto de la empresa y del proyecto, debe definir una propuesta de valor y las estrategias para de una mejor cultura organizacional.

#### 1.2.4.1.1. Identificación

Dentro del área de la talento humano de un proyecto de infraestructura vial es importante llevar un proceso optimo y adecuado que permita la estructuración adecuada. Para esto se definen las siguientes actividades a desarrollar dentro del proceso organizacional del personal.



**FIGURA 7:** Identificación de actividades de talento humano en proyectos de obra  
**Fuente:** Elaboración propia.

### 1.2.4.1.2. Valoración

Para la valoración del recurso del talento humano es importante hacer una planeación de cómo va ser desarrollado el proceso desde la necesidad de los requisitos contractuales, hasta la contratación del personal (mano de obra calificado y no calificado) del tal forma que nos permita clasificar las principales necesidad del proyecto.

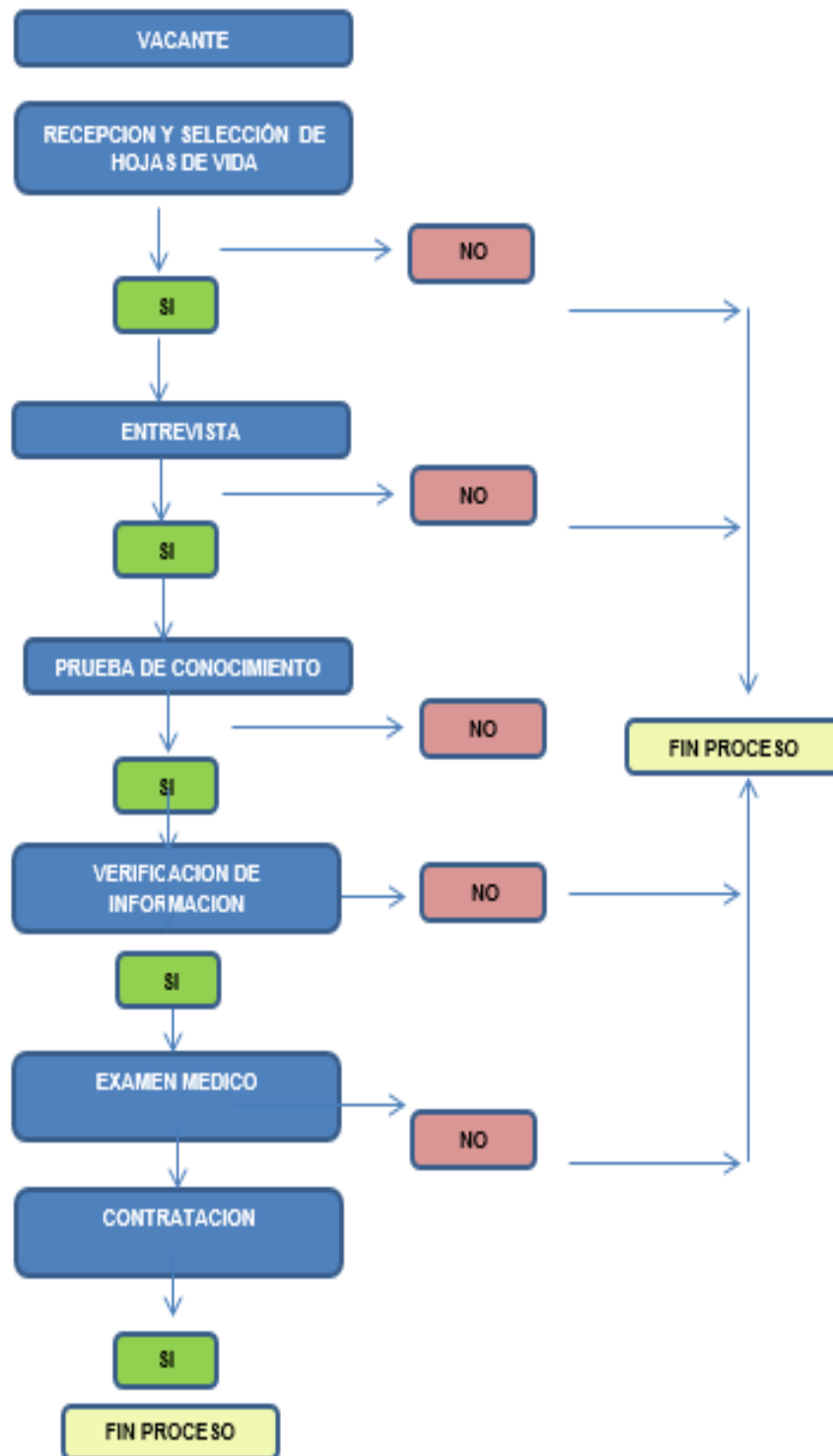


**FIGURA 8:** Identificación de actividades de talento humano en proyectos de obra

**Fuente:** Elaboración propia.

### 1.2.4.1.3. Clasificación

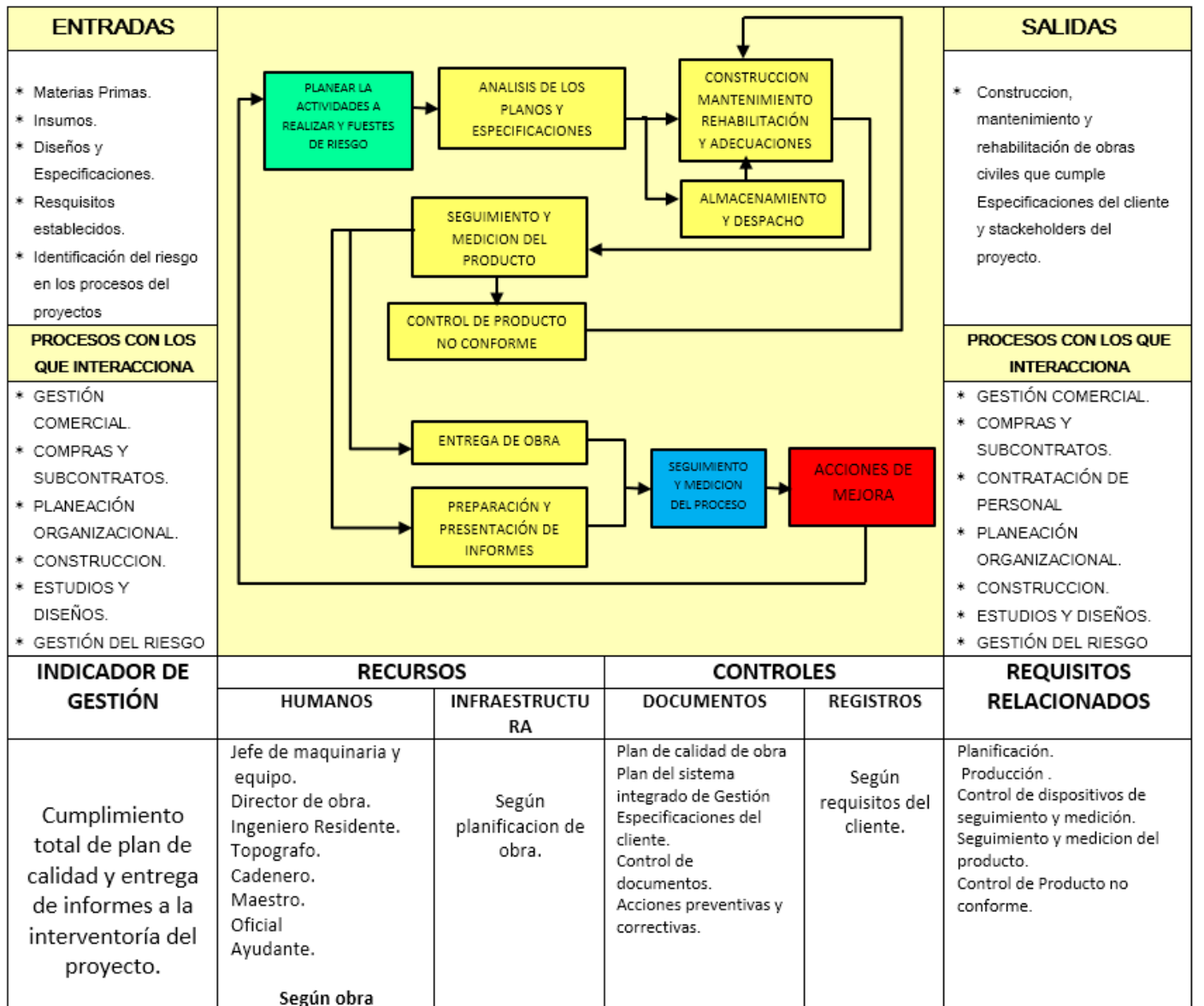
Para la clasificación del personal se realiza un diagrama de flujo en donde se valoración cada uno de los componentes de forma detallada cada una de las actividades de talento humano con el fin salvaguardar el proyecto de un incumplimiento a la norma y garantizar que los procesos sean óptimos y se ajusten las particularidades de cada proyecto.



**FIGURA 9:** Clasificación del personal en proyectos de obra  
**Fuente:** Elaboración propia.

### 1.2.4.2. Sector Técnico

En los proyectos de infraestructura vial el sector técnico maneja una de las áreas de mayor impacto, puesto que es la que más genera gastos y entradas económicas en las empresas por los materiales de obra, la maquinaria, las herramientas y equipos por tal motivo es de gran importancia establecer una ruta de procesos que permita evidenciar de forma clara y concisa como va hacer la metodología de trabajo a lo largo del desarrollo de esta etapa la cual se puede ver descrita a continuación.



**FIGURA 10:** Mapa de procesos del sector técnico en proyectos de obra

**Fuente:** Elaboración propia.

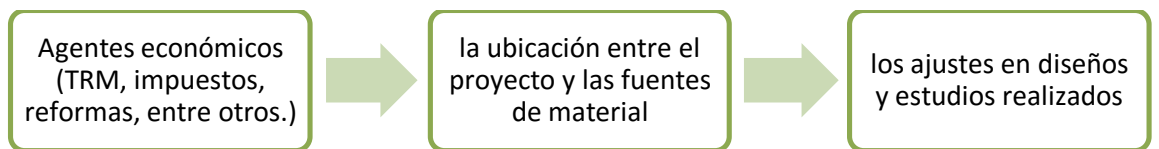
### 1.2.4.2.1. Identificación

Dentro del área técnica para el desarrollo de los trabajos de obra se debe establecer el orden de las actividades que van hacer valoradas a lo largo de la ejecución del proyecto. Para esto se realiza la siguiente clasificación la cual va a ser controlada mediante el presente plan.



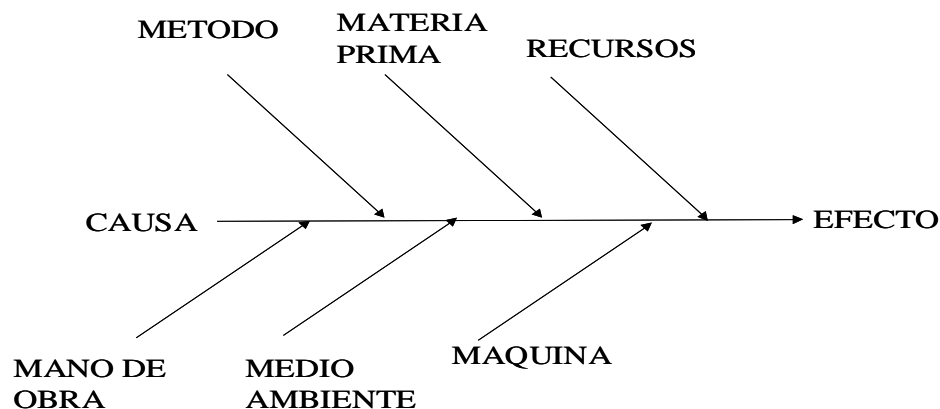
**FIGURA 11:** Identificación de principales aspectos técnicos en obra.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Los materiales de construcción son la fuente básica en los procesos constructivos al ser la materia prima con la que se van a realizar los trabajos. Esta materia prima es de gran importancia en el desarrollo de los proyectos puesto que cantidades y precios en los proyectos de infraestructuras son de rubros altos que pueden sufrir de variaciones según las externalidades a las que se encuentren expuestos como por ejemplo:



A su vez estos factores ya mencionado pueden llegar a impactar las herramientas, equipos y maquinarias utilizados para el proyecto. Por la motivo estos agentes pueden variar y alterar las facturaciones del proyectos, las cuales se mantendrán bajo control y supervisión con la implementación del plan metodológico para mitigar los impactos negativos a los que puede verse expuesta está área del proyecto.

### 1.2.4.2.2. Valoración



**FIGURA 12:** Valoración de aspectos técnicos en proyectos de obra  
**Fuente:** Elaboración propia.

Para la valoración de los impactos en las actividades del área técnica se realiza mediante el método de la espina la cual permite identificar cual son los aspectos mas relevantes que insiden de forma directa sobre el proyecto como se explica a continuación:

**Método:** Hace referencia a la forma como se realizan las actividades, entre las cuales están descritas en las actas de obra. **Materia prima:** Corresponde a las entradas de insumos y materiales que se requieren. **Recursos:** Necesidad adicionales a equipos que se puedan requerir, como instalaciones y dinero, **Mano de obra:** Capacitación, conciencia del personal y competencias. **Medio ambiente:** Aspectos relacionados con el entorno del puesto de trabajo, por ejemplo, temperatura, humedad, ruido e iluminación. **Maquina:** Equipos con los cuales se desarrollan las actividades como computador, antenas, radios de comunicación etc.

### 1.2.4.2.3. Clasificación

Para aplicar esta herramienta se siguen los pasos descritos a continuación:

Identifique el problema y descríballo en una frase muy corta. Genere las posibles causas que puedan incidir para que se presente la situación no deseada. Para esto puede utilizar lluvia de ideas. Elabore el diagrama causa efecto. Localice en el diagrama las situaciones identificadas mediante lluvia de ideas, clasificándolas en las ramificaciones, siempre tenga en cuenta la pregunta, porque fue enfocando el problema. Con el fin de identificar las causas más importantes llegue a un consenso con el grupo, reúna la información para determinar las frecuencias relativas de las diferentes causas y determine las soluciones.

### 1.2.4.3. Área Ambiental

En el área técnica es importante definir los lineamientos básicos para implementar el manejo adecuado de los escombros, material reutilizable, material reciclable y basuras generando un programa que permita reutilizar, minimizar y/o disponer los residuos sólidos generados por los procesos constructivos y administrativos de la obra y a su vez velar por la protección y salvaguardar los recursos ambientales que se encuentran dentro del área del proyecto, así como brindar a la comunidad tranquilidad en el proceso de rehabilitación y reestructivo y también ofrecer y capacitar a todos los empleados de la obra un programa que les permita operar y realizar sus labores, sin que éstas perjudiquen el medio ambiente y también evitar y disminuir el riesgo de accidentalidad en el proceso de obra.

#### 1.2.4.3.1. Identificación

Contaminación y alteración de la calidad del suelo. Impacto visual negativo. Contaminación cruzada. Presencia de vectores. Riesgos a los trabajadores. Alteración al paisaje. Alteraciones sociales, incomodidades y/o molestias a terceros dentro del área de influencia. Alteración de la calidad del aire. Alteración de la calidad del agua.

#### 1.2.4.3.2. Valoración

Objetivos específicos
Acciones o situaciones que generan impacto
Impactos a prevenir
Medidas y acciones específicas
Normatividad ambiental aplicable
Indicador de cumplimiento
Responsable de la ejecución
Presupuesto de ejecución

**FIGURA 13:** Lista de chequeo para la valoración de proyectos.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 1.2.4.3.3. Clasificación

**TABLA 4:** Tabla de clasificación de RCD en proyectos.

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN		
TIPO I	Inertes pétreos No asfálticos	Concretos Lozas Cerámicos Ladrillo
TIPO II	Inertes pétreos asfálticos	Mezclas pétreas con asfaltos
TIPO III	Inertes Arcillosos	Arcillas no expandibles Arcillas expandibles Recebos
TIPO IV	No peligrosos	Madera Plásticos PVC Otros residuos de demolición de estructura (no de infraestructura)
TIPO V	RESPEL	Asbestos/Amiantos Lodos contaminados con sustancias de carácter peligroso (Decreto 4741 de 2005)
TIPO VI	Horizonte Orgánico	<u>Pedones del suelo orgánico</u> Tierra negra <u>Cespedones</u> (pasto, <u>kikuyo</u> , otras especies)
TIPO VII	Metálicos	Acero Aluminio Cobre

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 5:** Tabla de detalles de clasificación de RCD

CLASIFICACIÓN	RESIDUOS GENERADOS
RESIDUO ORGANICO RECICLABLE	Papel, cartón, madera, hojas y ramas, tierra negra, <u>cespedón</u> , vidrio.
RESIDUO INERTE (INORGÁNICO) RECICLABLE	Hierro, plásticos. Material de excavación y lodos.
RESIDUO INORGANICO NO RECICLABLE	Demoliciones de concreto rígido, excavaciones de arcillas y escombros de cortes.
RESIDUO ORGÁNICO NO RECICLABLE	Residuos de comidas, dado que su volumen sería demasiado bajo dentro de la obra, ya que no existirán casinos ni restaurantes. Residuos de tratamientos a la vegetación.

Fuente: Elaboración propia.



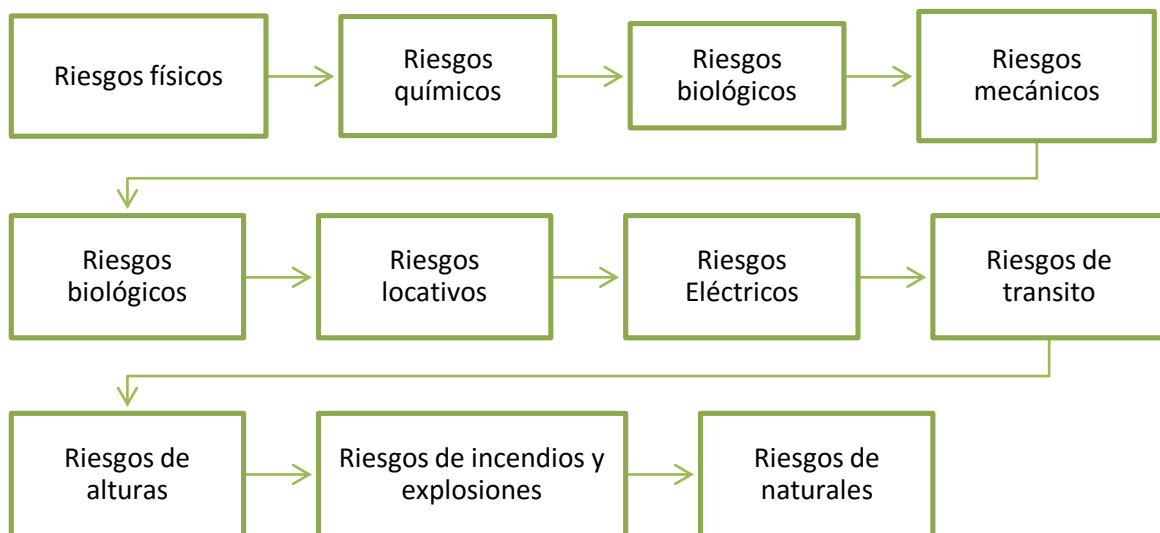
#### 1.2.4.4. Seguridad y salud en el Trabajo

La Seguridad y Salud en el Trabajo actualmente representa una de las herramientas de gestión más importantes que permiten mejorar la calidad de vida laboral en las empresas y con ella su competitividad. Esto es posible siempre y cuando la empresa promueva y estimule en todo momento la creación de una cultura en seguridad y salud ocupacional que debe estar sincronizada con los planes de calidad, mejoramiento de los procesos y puestos de trabajo, productividad, desarrollo del talento humano y la reducción de los costos operacionales.

Es por esto que el presente plan de metodológico de trabajo tiene entre sus propósitos desarrollarse basado en el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo SG-SST, con el fin de mejorar la calidad de vida laboral, lograr una reducción de los costos generados por los accidentes y las enfermedades laborales, mejorar la calidad de los servicios y ante todo generar ambientes sanos para los que allí trabajan.

##### 1.2.4.4.1. Identificación

Para la identificación de las actividades se parte de una caracterización de riesgos que refleja la estructura base de un **Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo SG-SST** para la empresa basado en las características específicas de los diferentes tipos de riesgos a los que pueden encontrarse un trabajador según se describe a continuación:



**FIGURA 14:** Identificación de riesgo de actividades en S&ST.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 1.2.4.4.2. Valoración

Una vez identificadas las actividades de seguridad y salud en el trabajo y valoración de los riesgos se procede a orientar una adecuada administración de riesgos que permita mantener el control permanente de los mismos en los diferentes oficios y que contribuya al bienestar físico, mental y social del trabajador y al funcionamiento de los recursos e instalaciones. Para esto se le va a dar una valoración como se muestra a continuación.

**TABLA 6:** Valoración del riesgo de las actividades en S&ST

RIESGO	RECOMENDACIONES
BAJO	Mantener las medidas de control existentes. Se deben hacer evaluaciones periódicas para verificar que el riesgo sigue siendo bajo. Es importante que en el plan de trabajo se definan los periodos para valorar este riesgo
MEDIO	Se deben hacer esfuerzos por reducir el riesgo. Implementar estándares de seguridad, permisos de trabajo o listas de verificación para realizar control operativo del riesgo. Es importante justificar la intervención y su rentabilidad. (Costo - beneficio) Se deben hacer verificaciones periódicas dentro del plan de trabajo, para evaluar si el riesgo aún es medio, comprobando que no hay tendencia a subir de nivel.
ALTO	Se debe reducir el riesgo a través del diseño y ejecución un programa de gestión. Como está asociado a lesiones muy graves, se debe garantizar la reducción de su probabilidad. Verificar que el riesgo esta bajo control antes de realizar cualquier tarea.
CRITICO	La intervención es urgente. En presencia de un riesgo así, se sugiere no realizar ningún trabajo hasta contar con las medidas de control que impacten la probabilidad de su ocurrencia. De ser indispensable la realización de la labor, se deben adoptar todas las medidas necesarias para evitar la materialización del riesgo; las medidas deben garantizar que el riesgo está bajo control antes de iniciar cualquier tarea. Una actividad operacional no debe estar en este rango, desde el diseño de la misma se deben adaptar sus respectivos controles.

Fuente: SG-SST ARL SURA.

### 1.2.4.4.3. Clasificación

Los criterios de aceptabilidad del riesgo son:

**TABLA 7:** Tabla.

Nivel del Riesgo	Aceptabilidad (teniendo en cuenta la definición de nivel de riesgo)
Bajo	Aceptable
Medio	Mejorable
Alto	No aceptable o aceptable con medidas de control específicas
Crítico	No aceptable

Fuente: SG-SST ARL SURA.

Cada empresa debe establecer o acogerse a una determinación de nivel de aceptación de sus riesgos, de acuerdo a los objetivos, metas, visión, misión, tolerancia al riesgo y la política de seguridad y salud en el trabajo que tenga establecida.

## **2. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **2.1.1. Talento Humano**

Dentro de la selección de personal se ha estructurado un proceso documental que permite establecer una serie de entregables que se van a permitir el desarrollo adecuado de cada uno de los procesos de esta área con un personal idóneo que se ajusta a las necesidades del mercado.

#### **2.1.1.1. Plan de Mitigación**

Selección de personal, firma de contrato, afiliaciones y evaluaciones de competencia según el perfil requerido,

### **2.1.2. Sector Técnico**

Dentro del área técnica se estableció una metodología que permite establecer un comparativo entre cantidades de obra y control de materiales que dentro de los proyectos de infraestructura vial se caracteriza como uno de los rubros más grandes.

#### **2.1.2.1. Plan de Mitigación**

Se establece una plantilla que permita identificar lo ejecutado vs lo realizado y las cantidades de obra pagas vs utilizadas, así como un control de la facturación.

### **2.1.3. Área Ambiental**

Dentro del área ambiental se realiza un control y seguimiento al detalle de las actividades, capacitaciones y controles que se deban tomar para la correcta ejecución del proyecto.

#### **2.1.3.1. Plan de Mitigación**

Se realiza un plantilla que permita establecer las fechas de entrega de las actividades definidas, el indicadores con el que se mide y las acciones de mejora

### **2.1.4. Seguridad y salud en el Trabajo**

Dentro del área de seguridad y salud en el trabajo se realiza un control y seguimiento al detalle de las actividades, capacitaciones y controles que se deban tomar para la correcta ejecución del proyecto.

#### **2.1.4.1. Plan de Mitigación**

Se realiza un plantilla que permita establecer las fechas de entrega de las actividades definidas, el indicadores con el que se mide y las acciones de mejora

### 3. CONCLUSIONES

- Desde la dirección de proyectos en el sector de la construcción de obras de infraestructura vial, la implementación de un plan metodológico es de gran importancia puesto que permite al director o el sponsor de proyecto conocer cada una de la estructuración de las actividades de trabajo de cada una de las áreas, lo que le permite tener una mayor perspectiva sobre cuáles deben ser los entregables que dé deben remitir desde todas las áreas del proyecto.
- Al tener una estructura de costos definida no solamente para saber cuál es el costo del proyecto sino también dentro de cada una de las áreas, es un valor agregado que permite estructurar de forma más detallada cual pueden ser los costos en los que se van a incurrir en el proyecto y esto mitiga los sobre costos y se puede evitar que el flujo de cada de los proyectos tienda a disminuir de forma drástica.
- Al llevar una estructuración en cada uno de los procesos desde la contratación del personal hasta el cierre de cada del proyecto, se tiene una base documental legal que permite dar cumplimiento de forma general a la normatividad legal vigente y aplicable al proyecto y de esta forma evitar algún fallo o incumplimiento a la norma
- Este plan metodológico no solamente permite conocer las necesidades del cliente interno y externo del proyecto sino que a su vez evaluar a los stakeholders del proyecto para mirar cual ha sido su grado de satisfacción y de esta forma mejorar y continuar con las buenas relaciones de los aliados estratégicos de la empresa
- Mediante este plan metodológico se puede identificar una gestión basada en las buenas prácticas laborales puesto que integra más al responsable del proyecto con su equipo de trabajo lo que permite que exista un mejor engranaje de todo el equipo de proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- INSTITUTE, P. M. (2013). FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS. En P. M. INSTITUTE, *FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS* (pág. 596). Newtown Square: GLOBALSTANDARD.
- INTERNATIONAL, Q. (28 de 11 de 2015). *PRINCE2 TRAINING ORGANIZATION*. Obtenido de <http://www.qrpinternational.es/index/about-us/company-profile>
- yenny consuelo ceballos parra. Evaluación de las etapas de planeación y construcción para diagnosticar las variables que inciden en el cumplimiento de la programación, el presupuesto y los estándares de calidad de los proyectos de construcción”. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de: ingeniero civil. Julio 2015. Facultad de ingeniería, departamento de ingeniería civil, universidad militar nueva granada. Bogotá. 60 páginas.