

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

LA GERENCIA DEL RIESGO EN LA PLANIFICACIÓN Y SU IMPACTO EN LA
ESTIMACIÓN DEL DESEMPEÑO DE PROYECTOS DE LA INDUSTRIA GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Presentada por:
Elis Linares, José Luis

Para optar al Título de
Magíster en Gerencia de Proyectos

Asesor:
Ing. M.Sc. Jahiderles Y. Ching C.

Caracas, Septiembre de 2005

Señores:

Universidad Católica Andrés Bello

Vicerrectorado Académico

Dirección General de los Estudios de Postgrado

Área de Ciencias Administrativas y Gestión

Postgrado en Gerencia de Proyectos

Ciudad.-

En mi carácter de Tutor de la Tesis presentada por el ciudadano José Luis Elis Linares, para optar al grado de Magíster en Gerencia de Proyectos, considero que dicha Tesis reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometida a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

Agradeciendo su atención.

Atentamente,

Ing. Jahiderles Ching Castillo

C.I. V-10.541.904

Índice General

	Pp
Lista de Tablas	VII
Lista de Figuras	IX
Resumen	XI
Introducción	1
Capítulo I: Propuesta de Proyecto	4
1. Planteamiento y Delimitación de la Problemática	4
2. Objetivos	10
3. Justificación e Importancia del Trabajo	11
Capítulo II: Marco Organizacional	18
1. Breve Reseña Histórica	18
2. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar	20
3. Características de la Industria Geográfica Venezolana	35
4. Proyectos Contratados por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar	38
5. Riesgos de los Proyectos en la Industria Geográfica Venezolana	45
Capítulo III: Marco Metodológico y Conceptual	47
1. Marco Metodológico	47
2. Marco Conceptual	57
Capítulo IV: Marco Teórico	63
1. Gerencia del Riesgo	63
2. Riesgo en los Proyectos	69

3. Simulación Monte Carlo	73
4. Área Geográfica	82
Capítulo V: Desarrollo y Análisis del Proyecto	85
1. Resultados de la Investigación	85
2. Análisis de los Resultados	100
Capítulo VI: Evaluación del Proyecto	103
1. Cobertura de los Objetivos Planteados	103
Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones	106
1. Conclusiones	106
2. Recomendaciones	109
Referencias	111
Anexos	119
Categorías de Riesgos en los Proyectos. Explicación de la Figura 4.3	119
Glosario de Términos Geográficos	122
Proyecto CartoSur I	135
Proyecto Mapa Global	136
Proyecto Norte del Orinoco	137
Proyecto Red Geodésica Nacional	138
Imagen Landsat 7: Delta Amacuro	139

Lista de Tablas

	Pp
Capítulo I: Propuesta de Proyecto	
1.1. Indicador Razón de Desempeño Temporal	7
1.2. Rangos de aceptación para el Indicador RDT	7
1.1. Indicadores RDT portafolio de proyectos 2000/2003	8
Capítulo II: Marco Organizacional	
2.1. Resolución y Cobertura por Nivel	27
2.2. Proyectos Contratados por el IGVSb en el Período 2000/2003	39
Capítulo III: Marco Metodológico y Conceptual	
3.1. Muestras a Emplear	48
3.2. Comparación Pareada por Proyecto	49
3.3. Distribución con Mejor Predicción para el Proyecto	50
3.4. RDT Estimada de Acuerdo al Valor Esperado	50
3.5. Formato de Recolección de Datos	53
3.6. Estructura del Archivo de Datos	54
Capítulo V: Desarrollo y Análisis del Proyecto	
5.1. Proyectos Culminados en el IGVSb al 31/12/03	85
5.2. RDT de los Proyectos Concluidos en el IGVSb al 31/12/03	86
5.3. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE Proyecto 1	88
5.4. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE Proyecto 2	89
5.5. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE Proyecto 3	91
5.6. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE Proyecto 4	92

5.7. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE Proyecto 5	94
5.8. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE Proyecto 6	95
5.9. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE Proyecto 7	97
5.10. Resumen General de la Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE	97
5.11. Distribución con Mejor Predicción para el Proyecto	98
5.12. RDT Estimada de Acuerdo con el Valor Esperado	98
5.13. Estadístico de Prueba	99
5.14. Valor Crítico	99

Lista de Figuras

	Pp
Capítulo I: Propuesta de Proyecto	
1.1. Organigrama de la Oficina de Gerencia de Proyectos (GP) del IGVS	5
Capítulo II: Marco Organizacional	
2.1. Organigrama Funcional del IGVS	23
2.2. Integración de los Procesos Productivos del IGVS	27
2.3. Integración de los Procesos Administrativos del IGVS	28
2.4. Organigrama del Nivel Sustantivo del IGVS	29
2.5. Organigrama de la Gerencia de Proyectos Especiales del IGVS	33
Capítulo IV: Marco Teórico	
4.1. Clasificación de Situaciones Riesgosas	65
4.2. Relación Riesgo / Incertidumbre	69
4.3. Categorías de Riesgo en los Proyectos	73
4.4. Muestreo Monte Carlo Tradicional	77
4.4. Muestreo Monte Carlo Latin Hipercube	79
Capítulo V: Desarrollo y Análisis del Proyecto	
5.1. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 1	87
5.2. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No. 1	87
5.3. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 2	88
5.4. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No. 2	89
5.5. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 3	90
5.6. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No. 3	90

5.7. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 4	91
5.8. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No. 4	92
5.9. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 5	93
5.10. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No.5	93
5.11. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 6	94
5.12. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No.6	95
5.13. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 7	96
5.14. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No.7	96

Dedicado

A DIOS por la vida, el aliento para continuar el camino..., en ti confío

A mi Tío, luz que desde el cielo nunca ha permitido que la noche me cubra

A mi Padre, por el ejemplo, donde quiera que el señor te tenga

A mi Madre por su abnegación y amor incondicional

A mi Esposa e Hijos por la dosis de paciencia

A mi Hermana y Sobrinos

A mis Socios y Amigos

Agradecimiento Especial

A Gardeles y Jairo, por el amor que apoya en todo momento

A Jorge, mi socio, amigo y hermano por la solidaridad

Al Prof. Jorge Luis Velazco, por el apoyo incondicional

Al Prof. Adelmo Fernández, por las opiniones e ideas

Al Prof. Robles, por el consejo que nunca olvidaré

A los Profesores de la UCAB, ejemplo de mística y entrega de corazón a la actividad académica

Resumen

En la investigación se estima la función de probabilidades de la duración total de siete proyectos en el área geográfica, mediante el empleo de la simulación Monte Carlo y las distribuciones beta y triangular como base del comportamiento de las actividades incluidas en cada uno de ellos.

Se calcula el valor esperado o esperanza matemática, de la función de probabilidades, generada a partir de la simulación, para cada proyecto en estudio, y se compara dicho valor con la duración real del proyecto, identificando cual distribución proporciona la menor diferencia absoluta entre ambos indicadores.

El número de proyectos mejor predicho empleando la distribución beta y triangular, bajo la simulación Monte Carlo, no resultó ser estadísticamente diferente, con lo cual no se pudo rechazar la hipótesis nula de igualdad expuesta para ambos indicadores. Aunque las conclusiones del estudio no se pueden generalizar a futuros proyectos a ser realizados en el área, dadas las limitaciones del mismo, constituyen una aproximación importante al empleo de la gerencia del riesgo como disciplina de la Gerencia de Proyectos en la gestión de la incertidumbre asociada con la duración de las actividades de los proyectos geográficos.

Palabras Claves: *Gerencia del Riesgo, Simulación Monte Carlo, Distribución Beta y Distribución Triangular.*

Introducción

La Gerencia del Riesgo se ha convertido en una parte integral de la Gerencia de Proyectos, uno de los aspectos más importantes de la misma es la estimación de la duración total del proyecto. Al asumir que ésta es una variable aleatoria y por tanto, susceptible de tomar distintos valores, el factor riesgo cobra especial relevancia.

Aunque nunca se podrá eliminar completamente el riesgo, al anticiparlo y cuantificarlo se estará en mejor condición para responder de forma inteligente cuando aparezcan sus primeras señales (Shepherd, 1999).

La investigación pretende verificar y validar desde el punto de vista empírico la bondad de dos de las distribuciones de probabilidad, más ampliamente difundidas y empleadas, para gestionar la incertidumbre asociada con la duración de las actividades que conforman un proyecto, con la finalidad de concluir cual es la más apropiada de acuerdo con su significación estadística a partir de los datos disponibles.

El estudio será de corte ex-post-facto y se trabajará con información extraída de los archivos del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, institución que le corresponde de acuerdo con la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional, promulgada el 28/07/00, dictar las normas técnicas para los proyectos a ser efectuados en dichas áreas.

Los antecedentes de la investigación hacen presumir que la distribución beta es significativamente más precisa en la estimación de la duración total del proyectos ya que tienen un leve sesgo hacia las duraciones más pesimistas, de comprobarse esta aseveración, la misma servirá de basamento empírico para la estimación de la duración total de los proyectos en el área geográfica, cartográfica y de catastro.

Para alcanzar los objetivos planteados en la investigación, el estudio se ha dividido en siete capítulos con contenido complementarios, y orientados en función de satisfacer el compromiso asumido.

En el *Capítulo I* se realiza la propuesta de proyecto en la cual se incluye el planteamiento y delimitación de la problemática, los objetivos del estudio, la justificación del proyecto y la importancia del mismo.

De seguido, en el *Capítulo II*, se presenta el marco institucional donde será realizada la investigación, se efectúa una breve reseña de la institución, su estructura organizativa, el área específica de la misma donde será desarrollado el proyecto y los aspectos más relevantes relacionados con el proyecto de investigación.

Luego, en el *Capítulo III*, se hace la presentación del marco metodológico y conceptual de la investigación, en el mismo se indica cómo será llevada a cabo la investigación, desde la obtención de la data hasta el procesamiento de la misma, para posteriormente definir aquellos términos de amplio uso en el estudio a manera unificar criterio entorno a los mismos.

Posteriormente, en el *Capítulo IV*, se relacionan todos los elementos que sustentan la investigación y constituyen el marco teórico de la misma, de igual manera, se presentan todas aquellas evidencias que pueden enmarcar el tema de la investigación, en áreas como la Gerencia de Riesgos, la Simulación Monte Carlo y la Geografía.

En el *Capítulo V*, se desarrolla la investigación en toda su plenitud, se obtienen los valores requeridos, los gráficos y las tablas necesarias para posteriormente efectuar los análisis respectivos.

En el *Capítulo VI*, se efectúa la evaluación del proyecto con base al cumplimiento de los objetivos generales y específicos planteados en la investigación, en este capítulo se destacan aquellos elementos relacionados con las limitaciones encontradas para desarrollar el estudio en el marco seleccionado.

En el *Capítulo VII*, se derivan las conclusiones más relevantes de la investigación y se formulan las recomendaciones a que haya lugar, dado los resultados obtenidos y el alcance del estudio.

Por último se presentan los anexos que complementan la investigación.

CAPITULO I

PROPUESTA DE PROYECTO

1.- Planteamiento y Delimitación de la problemática

Según Méndez (2001), el planteamiento y delimitación de la problemática supone la identificación del problema (objeto de investigación) en términos concretos y explícitos; esto es, formular las variables e indicadores que lo constituyen y sobre las cuales se fundamentará la formulación de objetivos, alcances e hipótesis de la investigación. Estas variables se encuentran en los síntomas (variables dependientes) y las causas (variables independientes).

Síntomas y Causas (Variables dependientes e independientes)

A comienzos del año 2001, el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, IGVSb, de ahora en adelante, emprende la contratación de un conjunto de proyectos considerados prioritarios para la Nación y relacionados con el área de su competencia.

Entre los proyectos más destacados de dicha contratación, dada la relevancia e importancia para el país, podemos mencionar: *Mapa de Riesgo, Norte del Orinoco, Consolidación del Territorio Municipal, Establecimiento y Densificación de la Red Geodésica Nacional*.

Debido a que para el momento el IGVSb adolecía de la cultura de proyectos, y muchos menos de la existencia de la filosofía de Oficina de Proyectos según el Project Management Institute (PMI, de sus siglas en inglés), para la ejecución de este portafolio de proyectos se acordó implantar una organización staff, adscrita directamente a la Presidencia del Instituto, con una gerente de proyectos a la cual reportaban 3 coordinadores de proyectos y personal administrativo, tal como se muestra en la Figura 1.1. Esta

organización fue llamada Gerencia de Proyectos, y conocida por sus siglas GP.

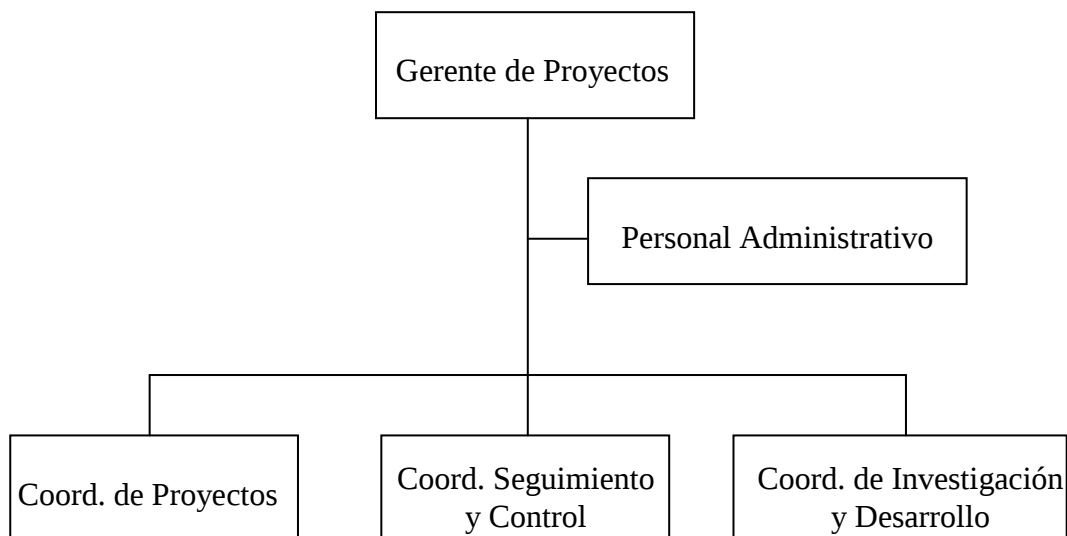


Figura 1.1. Organigrama de la Oficina de Gerencia de Proyectos (GP) del IGVS

Las primeras acciones, una vez instalada la GP, fue la de dimensionar el esfuerzo propio requerido y la necesidad de ayuda experta de empresas o instituciones nacionales, en el área de gerencia de proyectos. En este sentido se contrató los servicios de una empresa consultora, para capacitar tanto al personal de la GP como personal clave del IGVS, como una forma de fortalecer las competencias de las personas que atenderían directamente estas labores, así como crear la cultura de proyectos en el personal que debería facilitar la ejecución de las actividades involucradas en los proyectos mencionados.

Luego de finalizados los talleres de capacitación en gerencia de proyectos, se creó una organización donde se fortalecía la anterior GP con el personal que se destacó y mostró mayor potencialidad de formar parte de una organización de este tipo, susceptible de aportar logros importantes al portafolio de proyectos mencionados.

Dentro de las primeras tareas, que se propuso ejecutar la nueva organización, denominada Gerencia de Proyectos Especiales (GPE), la cual sustituía a la GP, se contaba la necesidad de generar indicadores de desempeño, tanto para la rendición de cuentas a las instancias gubernamentales superiores como para evaluar internamente. Esta tarea se vio llevada a la categoría de urgente, ya que circunstancialmente, a nivel del gobierno nacional, una de las altas líneas estratégicas se refería concretamente al área de proyectos geográficos y a la necesidad de dar celeridad a la ejecución de las actividades e inclusive muchas de ellas darle figura de proyectos.

En este contexto, el IGVSb comienza un proceso acelerado de organización y creación de los indicadores de desempeño para los proyectos a realizar en el marco del Plan de Sobremarcha, centrando sus esfuerzos en el desempeño temporal, ya que, los proyectos contratados en el área, dentro de este contexto, se realizan bajo la figura de precio fijo firme.

El indicador resultante, de las distintas reuniones del grupo de proyectos, es, precisamente, el objeto de estudio de esta tesis. Dicho indicador, de efectividad “*posteriori*” en el desempeño del proyecto, denominado Razón de Desempeño Temporal (RDT), muestra cinco escalas de desempeño que van desde muy insatisfactorio hasta excelente, tal como la muestra en la Tabla 1.1., y se calculan siguiendo el razonamiento siguiente:

$$RDT = TRE / TEE \quad (1.1)$$

Siendo:

RDT = Razón de Desempeño Temporal

TRE = Tiempo Real de Ejecución

TEE = Tiempo Estimado de Ejecución

<i>Razón de Desempeño Temporal (RDT) de los Proyectos en el IGVS</i>		
Muy Insatisfactorio		
Insatisfactorio		
Satisfactorio		
Muy Satisfactorio		
Excelente		

Tabla 1.1. Indicador 'Razón de Desempeño Temporal'

Los límites inferior y superior de las cinco escalas de la Tabla 1.1, representan los rangos de aceptación de los proyectos, vis a vis de las empresas ejecutoras externas e inclusive si los proyectos son ejecutados con esfuerzo propio. Utilizando el juicio experto del equipo de proyectos, se llegó a la Tabla 1.2., que muestra el acuerdo consensuado de todos los stakeholders invitados a la sesión correspondiente.

<i>Razón de Desempeño Temporal (RDT) de los Proyectos en el IGVS</i>		
Muy Insatisfactorio	1,72	+ ∞
Insatisfactorio	1,21	1,71
Satisfactorio	0,70	1,20
Muy Satisfactorio	0,19	0,69
Excelente	0,00	0,18

Tabla 1.2. Rangos de aceptación para el Indicador RDT

Con la finalidad de lograr una fiel representación de este indicador, y obtener apreciaciones válidas o valores de referencia para otros proyectos a desarrollarse en el futuro, el grupo de proyectos utilizó los datos históricos obtenidos de los proyectos del portafolio antes mencionado, periodo 2000/2003, para el cálculo del indicador RDT por proyecto, resultado de lo cual se obtuvo la Tabla 1.3.

	TRE (meses)	TEE (meses)	Diferencia (%)	RDT
Expediente No.1	25	12	108	2,08
Expediente No.2	27	22	23	1,23
Expediente No.3	14	8	75	1,75
Expediente No.4	18	10	80	1,80
Expediente No.5	21	18	17	1,17
Expediente No.6	24	14	71	1,71
Expediente No.7	23	18	28	1,28
Promedios			57	1,57

Tabla 1.3. Indicadores RDT portafolio de proyectos 2000/2003

Como se observa, en la Tabla 1.3., a excepción del proyecto 5, todos los demás proyectos están en la escala insatisfactoria o muy insatisfactoria; donde la ejecución más tardía corresponde al proyecto 1, y la mínima al expediente 5, ya mencionado.

Estos valores, que reflejan hasta un 108% de diferencia entre el tiempo real de ejecución y el estimado para los proyectos, con valor promedio para el indicador RDT ubicado en un nivel de 1,57, - dentro de la escala *insatisfactorio*, son considerados por el IGVSb que reflejan la existencia de una problemática en la manera de cómo se está realizando la estimación de la duración de los proyectos en la fase de planificación de los mismos.

Lo anterior deja ver que probablemente existan discrepancias entre los argumentos esgrimidos originalmente por el equipo de proyectos para la estimación temporal, en base a juicio experto, con las particularidades de los proyectos ejecutados en el área de competencia del IGVSb.

Pronóstico

En caso de mantenerse el esquema de estimación temporal actual sin ajustarlo a condiciones muy particulares del entorno geográfico totalmente justificables, se corre el riesgo de obtener valores inexactos de RDT que penalicen el desempeño de las empresas contratistas e inclusive los esfuerzos propios del IGVSb, en la ejecución de los proyectos de su portafolio.

Control al Pronóstico.

La idea es gerenciar el riesgo en la fase de planificación y su impacto en la estimación del desempeño temporal de los proyectos realizados en el área geográfica, finalmente expresado en el indicador RDT.

Formulación de la Problemática.

¿Puede Monte Carlo, como la metodología de simulación más tradicional usada en el cálculo de los estimadores de riesgo, servir de factor de ajuste de la variable TEE, para aumentar la exactitud de la RDT, y con ello mejorar la toma de decisiones sobre la eficiencia en el desempeño de las empresas consultoras y equipos propios, en la ejecución de los proyectos del IGVSb?

Sistematización de la Problemática.

¿Existe la posibilidad de que en el registro de los distintos tiempos de ejecución de los proyectos, TRE, haya errores o inconsistencias?

¿Cuáles son los riesgos asociados a los proyectos del área geográfica?

¿Cuál de las distribuciones de probabilidad se ajusta más a la Simulación de Monte Carlo, en el contexto de los proyectos en el área geográfica?

¿Una vez seleccionada la mejor representación de la distribución de probabilidad, logra la simulación Monte Carlo reducir la brecha existente entre el tiempo real de ejecución (TRE) y el tiempo estimado de ejecución (TEE) de los proyectos efectuados por la Industria Geográfica Venezolana?

2.- Objetivos

Objetivo General

Aplicar la gerencia del riesgo mediante el empleo de la simulación Monte Carlo, como herramienta de estimación, para el análisis cuantitativo, de la duración de los proyectos realizados por la Industria Geográfica Venezolana y validar a través del empleo de las distribuciones de probabilidad más apropiadas para estimados más precisos con base a la RDT.

Objetivos Específicos

- Identificar los riesgos más relevantes que han afectado a los proyectos realizados por la Industria Geográfica Venezolana.

.- Plantear los escenarios para realizar la simulación Monte Carlo con las distribuciones de probabilidades beta y triangular, como las distribuciones más apropiadas de probabilidad dadas las características de los proyectos en el área.

.- Efectuar los ciclos o interacciones de la simulación Monte Carlo con cada distribución seleccionada y agrupar los resultados en categorías o clases.

.- Determinar la distribución de probabilidades más adecuada, bajo la simulación Monte Carlo, para proveer los estimados temporales más precisos, en los proyectos efectuados en el área geográfica venezolana, de acuerdo con los datos disponibles y su significado estadístico.

3.- Justificación e Importancia del Trabajo

El IGVSb está sometido a una enorme presión de orden político, toda vez que tiene poco tiempo de fundado y debe construir un nombre en la sociedad, basado en resultados concretos, aunado a la gran responsabilidad que tiene dada la naturaleza eminentemente estratégica de los proyectos que ejecuta.

En este orden de ideas, los resultados aportados por la RDT en los proyectos efectuados en el lapso 2000/2003 por el IGVSb, evidencian las enormes dificultades que tiene la Institución para establecer de manera certera la meta temporal de los proyectos. Lo que tiene una doble repercusión para la Institución, por una parte, se erosiona la credibilidad ante el Ejecutivo y la colectividad nacional e internacional en general, y por la otra, se crea una matriz de opinión, con un sesgo negativo, sobre la capacidad de control de la misma a nivel de los contratistas.

El IGVSb consiente de la gravedad de la situación planteada y de su potencial repercusión, requiere implementar una solución basada en la gestión del riesgo, específicamente en el uso de las técnicas de análisis cuantitativo de riesgos y de modelado, que permitan introducir el término incertidumbre en la estimación de la duración total de los proyectos, con lo cual, proveer estimados de duración temporal más apropiado a los proyectos realizados en el área, dada sus características particulares y con ello mejorar la RDT de los mismos.

En virtud de lo anterior, se plantea una interrogante: ¿Tendrá la distribución de probabilidades, empleada en la estimación de la duración de las actividades en la simulación Monte Carlo, un impacto determinante en la precisión del estimado temporal de los proyectos en el área geográfica, de acuerdo con las características particulares de los mismos?

La respuesta a la interrogante anterior se hace crucial para la Institución toda vez que requiere mejorar sustancialmente la estimación de la meta temporal de los proyectos, bajo su área de competencia, ya que los mismos inciden de manera directa e indirecta con temas en extremo complejos y delicados, como por ejemplo; la exclusión social, la pobreza, el avance de enfermedades endémicas, el deterioro y destrucción del patrimonio medio-ambiental, etc. En el entendido, que el acontecer económico y social de un País, está estrechamente vinculado con el espacio de su territorio.

En este sentido, el IGVSB dada la repercusión de los proyectos ejecutados en su área de especialización, la importancia de disponer de manera expedita de la información espacial cuando los más altos intereses de la Nación así lo requieran y en virtud, de la enorme brecha existente entre los estimados temporales y la duración real de los proyectos efectuados en el área para el período en estudio, asume la mejora en la estimación como un elemento competitivo y prioritario, dado el uso de los resultados de los proyectos en los más altos niveles gubernamentales, para la toma decisiones en materias estratégicas como la planificación, ordenamiento territorial, soberanía, seguridad y defensa nacional.

Por otra parte, el calificativo de *insatisfactorio* para el desempeño temporal de los proyectos realizados por la Industria Geográfica Venezolana, puede presionar de manera negativa la calidad en los proyectos del área, dado que los mismos tienen una restricción financiera inflexible, es decir, el presupuesto asignado a los proyectos una vez aceptado y firmado el contrato entre las partes, siendo una de ellas el IGVSB, no puede ser modificado bajo ningún argumento.

Bajo esta premisa, al exceder la meta temporal, el contratista necesariamente se enfrenta a un dilema de difícil solución: asume los costos extras por subestimar el tiempo de ejecución del proyecto en perjuicio de su utilidad y capitalización o reduce la calidad de los productos, servicios o resultados a generar con el proyecto para compensar los excesos de costos en perjuicio de la Nación.

Una de las funciones del IGVSb como este rector de la actividad geográfica, cartográfica y catastral en el País, es la de promover e incentivar el desarrollo de una Industria Nacional en el área, con fortalezas en el orden técnico, humano, financiero y con capacidad de respuesta ante las exigencias y necesidades de la Nación en materia de información espacial.

En este sentido, el IGVSb no se beneficia con la configuración de ninguno de los escenarios antes planteados; en el primero de ellos, al descapitalizar a la Industria Geográfica Nacional, le estaría sustrayendo los recursos necesarios para su crecimiento y desarrollo. En el segundo de los escenarios, podría estar avalando información territorial con defectos, con el consecuente impacto en materias tan relevantes como ordenamiento territorial, soberanía, etc.

Bajo esta óptica, le corresponde al IGVSb como ente rector de la actividad tratar de mejorar la respuesta temporal de la Industria Geográfica Nacional, por medio de la Dirección de Proyectos como cuerpo de conocimientos, en específico, mediante el empleo de las técnicas de análisis cuantitativo de riesgos y de modelado, que permitan establecer potenciales estándares que reduzcan la brecha existente entre los tiempos estimados y los tiempos reales de ejecución, con lo cual tienda a disminuir la RDT y se ubique en una categoría más aceptable para la Institución.

Lo que permitirá al Estado Venezolano y en particular a los planificadores y/o diseñadores de políticas públicas, disponer de la información requerida en materia geográfico-espacial en los tiempos previstos es decir, podrán contar con la información

territorial actualizada en lapsos establecidos de acuerdo con las necesidades imperantes en determinados momentos históricos.

De igual manera, el IGVSB como ente rector de la actividad geográfica en el País, podrá disponer de un método para gestionar el riesgo en la planificación de la duración total de los proyectos en el área, con la cual éste conocimiento podrá eventualmente ser transferido a toda la Industria Geográfica Venezolana.

Así mismo, la GPE del IGVSB, podrá disponer de una herramienta, como la simulación Monte Carlos con la distribución de probabilidades más acorde a los proyectos del área, precisa y ajustada a los requerimientos técnicos y a la realidad de la industria nacional, para estimar con mayor precisión la duración total de los proyectos futuros a ser contratados en el área.

El adolecer del estudio, implicaría para el IGVSB descartar el uso de las herramientas técnicas y mejores prácticas que provee la Dirección de Proyectos como cuerpo de conocimiento, en este caso, los proyectos a efectuar en el área geográfica venezolana se mantendrían a merced de los designios del destino, con lo cual toda probabilidad de alcanzar las metas del proyecto estarán comprometidas con el azar.

De acuerdo con el PMBOK, la Dirección de Proyectos como disciplina integradora está conformada por cinco (5) grandes grupos de procesos o fases: Inicio, Planificación, Ejecución, Seguimiento y Control y Cierre, cada una de las cuales se presenta de manera discreta pero, a lo interno de cada proyecto se superponen. De igual manera, está constituida por nueve (9) áreas de conocimiento: Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Recursos Humanos, Comunicaciones, Riesgo y Adquisiciones o Procura.

En el ámbito de las áreas del conocimiento antes referidas, al analizar el estudio desde el punto de vista institucional, existe la necesidad de estimar con mayor precisión la duración total de los proyectos, en el entendido que la distribución de probabilidades

elegida para efectuar el cálculo de los tiempos de cada actividad y por ende del proyecto, representa de manera conjunta la probabilidad y las consecuencias asociadas con los componentes del mismo (PMI, 2004), es decir, la elección de una determinada distribución de probabilidades representa de una manera intrínseca - por lo que cada una de ellas significa y los supuestos que los sustentan desde el punto de vista estadístico - la forma particular de gerenciar el riesgo dentro de la Institución, a lo interno de cada proyecto.

En este sentido, la Gerencia del Riesgo en los Proyectos, incluye los procesos de planificación, identificación, análisis, emisión de posibles respuestas y seguimiento y control, a los focos de riesgos asociados con la ejecución de un proyecto en particular. Estos procesos interactúan de manera continua entre sí y con las otras áreas de conocimiento.

Desde esta perspectiva, el proyecto de investigación estará enmarcado en el ámbito de las técnicas de análisis cuantitativo de riesgos y de modelado, empleadas durante la fase de planificación de proyectos, incluidas dentro del área de conocimiento de Gerencia del Riesgo, en el contexto de la Industria Geográfica Nacional. El estudio dirige su atención fundamentalmente a la simulación Monte Carlo, como herramienta para gestionar el riesgo en la estimación de la duración total de determinado proyecto.

La incertidumbre asociada con la variable temporal constituye un elemento cardinal, ya que con frecuencia existe mucha inseguridad sobre cuál será el tiempo que tomará ejecutar determinada actividad con su evidente repercusión en la duración total del proyecto y por ende en la estimación de su desempeño. Esta acción implica elegir entre múltiples opciones y resolver un sinfín de incógnitas. Todo ello se debe realizar "*a priori*", desconociendo lo que ocurrirá en la realidad y asumiendo los niveles de complejidad que son propios de los proyectos.

De allí que la variable temporal en los proyectos ha dejado de ser considerada como una variable determinística, que asume un valor puntual, y ha pasado a ser considerada

como una variable aleatoria susceptible de tomar diversos valores con sujeción a una distribución de probabilidades y por tanto, capaz de describirse su comportamiento (Silva, 2005).

En este orden de ideas, la simulación Monte Carlo, es una técnica que se incluye en el análisis cuantitativo de riesgos y de modelado (PMI, 2004), empleado en la Gerencia del Riesgo en la fase de planificación de proyectos. La simulación incorpora la incertidumbre asociada con la realización de las actividades por medio del empleo de una distribución de probabilidades.

La utilización de la simulación Monte Carlo como técnica de análisis cuantitativo de riesgos y de modelado, permitirá a la GPE del IGVSB disponer de una herramienta técnica de comprobada utilidad, en situaciones de incertidumbre y de fácil comprensión y adaptación a problemas particulares, para gerenciar el riesgo en la planificación de los proyectos y estimar con mayor precisión el desempeño temporal de los mismos.

Por otra parte, existe en la GPE una clara inclinación para enfrentar de manera activa y técnica, el problema de la estimación temporal de los proyectos. Para ello, se hace uso de las herramientas que provee la Gerencia del Riesgo, como área de conocimientos de la Dirección de Proyectos.

La premisa básica que subyace en lo anterior, se basa en la percepción dentro de la GPE que la estimación de los tiempos de ejecución por actividad y basada en el uso de tres escenarios: optimista, pesimista y más probable, producto del concurso de especialista de la Institución con amplia experiencias en la materia, es correcta y garantiza la inclusión del término incertidumbre en la estimación del tiempo total de ejecución del proyecto. Sin embargo, si lo anterior no se sustenta en el empleo de una distribución de probabilidades adecuada, que permita no solamente incorporar la incertidumbre, sino describir el posible comportamiento de la variable, no es del todo eficiente lo que se está realizando para enfrentar el problema descrito de manera apropiada.

El empleo de la simulación Monte Carlo, permitirá incluir en la red de precedencias del proyecto, la incertidumbre asociada con la duración de las actividades, de igual manera, incorporar una distribución de probabilidades adecuada al tipo de actividad y realizar múltiples interacciones o corridas, con lo cual la duración estimada de cada actividad y por ende del proyecto, se acercará de una manera estadística a la real duración del proyecto y se podrá describir la tendencia de la misma.

En otras palabras, los resultados de la simulación proveerán estimaciones potenciales de la duración total para cada proyecto con sus respectivos niveles de confianza, lo que permitirá, cuantificar la reserva contingente en materia temporal y hará que los resultados estimados, sean más precisos al incorporar una mayor rigurosidad técnica y por tanto, podrán reportar con mayor acierto RDT en los proyectos con rangos más aceptables para la GPE del IGVSB.

CAPITULO II

MARCO ORGANIZACIONAL

1.- Breve Reseña Histórica

En el año de 1830 el Congreso Constituyente de Venezuela decreta la elaboración de mapas y planos, como un elemento de significativo avance para el País, dadas sus connotaciones. Dos años después, mediante la emisión de otro decreto, se crea la comisión de planos, siendo el primer encargado de ésta el Coronel Agustín Codazzi, el cual en colaboración con el Ing. Carmelo Fernández realiza hasta mediados de 1840 diversos estudios topográficos y elaboró los mapas del territorio venezolano recogidos en el *Atlas Físico y Político de la República de Venezuela*, publicado en el año 1841. Posteriormente crea con la reproducción conjunta de 8 mapas del Atlas el gran *Mapa Físico y Político de la República de Venezuela* (Fajardo, 1992).

El 14 de junio de 1909 el general Juan Vicente Gómez, encargado de la Presidencia de la República, decreta el levantamiento del *Mapa Físico y Político de los Estados Unidos de Venezuela*, derogando de este modo un decreto similar del 27 de junio de 1904, por el cual el Ejecutivo disponía el levantamiento del *Plano Militar de Venezuela*. Las labores para la preparación de este mapa se iniciaron en 1910 bajo la dirección del ingeniero Felipe Aguerrevere, y concluyeron con la publicación de dicho mapa en 1928.

En 1914, por decreto del Ejecutivo de fecha 27 de febrero, se crea la Comisión Topográfica de las Fronteras que tiene a su cargo la elaboración del antes mencionado mapa. Por disposición del Gobierno nacional con, fecha 1 de julio de 1916, se establece en la Escuela de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales una oficina denominada Cartografía Nacional. Desde 1916 hasta 1921 se preparó y elaboró en la Escuela de Artes y Oficios de Caracas el *Atlas de Venezuela*, cuyos trabajos se realizaron bajo la dirección del ingeniero Vicente Lecuna. En 1921 el ingeniero Óscar Zuloaga fundó la Compañía

Cartográfica Venezolana y se rectificaron varias coordenadas geográficas (Drenikoff, 1982).

El 24 de julio de 1935 fue creado el Servicio Aerofotográfico Permanente, adscrito al Ministerio de Obras Públicas y, disponible para todos los departamentos del Poder Ejecutivo. Posteriormente, el 26 de julio de 1937, se creó la Oficina de Cartografía Nacional, también adscrita al Ministerio de Obras Públicas, convertida más tarde en el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (1977).

El 7 de junio de 1989 se creó el Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional (SAGECAN), sin personalidad jurídica, con rango de Dirección General Sectorial, dependiente del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Este nuevo organismo tiene entre sus funciones dirigir, coordinar, programar y ejecutar los planes nacionales en materia de geodesia, sensores remotos, fotogrametría, cartografía, geofísica y geografía, tarea que realiza utilizando las más avanzadas técnicas (Drenikoff y Moreau, 1997).

El 28 de Julio del año 2000 se promulga la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional (LGCCN). Esta Ley crea el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), como ente rector de la actividad, correspondiéndole la importante función de diseñar, dirigir, coordinar y ejecutar los programas, planes y proyectos nacionales en materia de Geografía, Cartografía y Catastro (LGCCN, 2000).

El Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), se crea como ente autónomo adscrito al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN), dotado con las más amplias atribuciones de un ente rector del Estado, para la producción y difusión oficial de la información territorial. De allí su importancia estratégica en materia de ordenamiento y desarrollo equilibrado del territorio nacional en concordancia con los planes, programas y proyectos prioritarios para el Estado Venezolano.

A partir de acá vinieron la creación de la Gerencia de Proyectos (GP), Agosto del año 2000, que posteriormente dio nacimiento a la Gerencia de Proyectos Especiales (GPE),

en Noviembre del mismo año, tal como se referenció en el Capítulo 1, en el Planteamiento y Delimitación de la Problemática.

2.- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar

El sistema territorial y el modelo que lo representa, son la proyección espacial del esquema desarrollo económico adoptado por una nación en particular, en este sentido, la instauración de un nuevo orden constitucional en Venezuela, a partir del año 1999, generó - entre otros aspectos -, un cambio en la concepción del Territorio, según la cual, no existe nación en el mundo totalmente soberana que no tenga un efectivo dominio y control del mismo. Por lo tanto la ordenación del territorio, de manera armónica y sustentable, se convierte en un pilar sobre el cual se sustenta el estilo de desarrollo socio-económico.

En este sentido, le corresponde al Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), la importante función de apoyar la gestión estratégica del Estado en materia geográfica, cartográfica y catastral. Para ello, se apoya en su Visión, Misión, Valores y Estructura Organizativa, las cuales se presentan a continuación (IGVSB, 2001).

Visión del IGVSB

“Ser una Institución tecnológica de vanguardia, reconocida nacional e internacionalmente como una organización pionera, vital y estratégica del Estado Venezolano, que hace posible con su información geográfica el desarrollo sustentable, sustitutivo del modelo petrolero, que promueve el redescubrimiento y utilización de la invalorable riqueza territorial, con el trabajo creador de toda la sociedad”.

Misión del IGVS

“Dirigir, producir y proveer la información territorial en materia de geografía, cartografía y catastro a los fines de contribuir con el desarrollo integral y la seguridad de la Nación”.

Valores del IGVS

1.- Liderazgo

Ser líderes para transmitir confianza y estimular la participación.

2.- Trabajo en Equipo

Trabajar unidos para el desarrollo de la Institución.

3.- Visión de Futuro

Gestionar la toma de decisiones en materia territorial pensando en las generaciones futuras.

4.- Excelencia

La sociedad lo exige y es el compromiso.

5.- Disciplina y Constancia

Bases para alcanzar las metas

6.- Vocación de Servicio

Principio rector de la atención a los usuarios.

Estructura Organizativa

Con la finalidad de cumplir con sus postulados básicos, el IGSVB ha adoptado formalmente una estructura organizativa combinada, por una parte, de corte funcional - donde los niveles jerárquicos están claramente definidos y los miembros se agrupan en razón de la especialidad -, conformada por cuatro niveles perfectamente diferenciados, a saber (IGVSB, 2000):

Primer Nivel	Dirección Superior
Segundo Nivel	Asesoría o Apoyo
Tercer Nivel	Sustantivo
Cuarto Nivel	Desconcentrado

El nivel de *Dirección Superior* está representado por la Junta Directiva, que constituye la máxima autoridad del IGVSb, la Presidencia de la Institución y la Secretaría General de la misma.

El nivel de *Asesoría o Apoyo*, está integrado por seis divisiones: Auditoría Interna, Consultoría Jurídica, Tecnología y Sistemas, Talento Humano, Planificación Estratégica y Administración. Este nivel está subordinado al de Dirección Superior.

El nivel *Sustantivo*, está conformado por cuatro gerencias: Geografía, Cartografía, Catastro y Proyectos Especiales. Desde el punto de vista de la estructura organizacional, los gerentes sustantivos tienen el mismo rango jerárquico que en el nivel de Asesoría o Apoyo.

El nivel *Desconcentrado*, está compuesto por todas las oficinas regionales del IGSVB. Administrativamente dependen de manera directa de la Secretaría General de la Institución. En la Figura 2.1. se muestra la estructura organizativa del IGVSb.

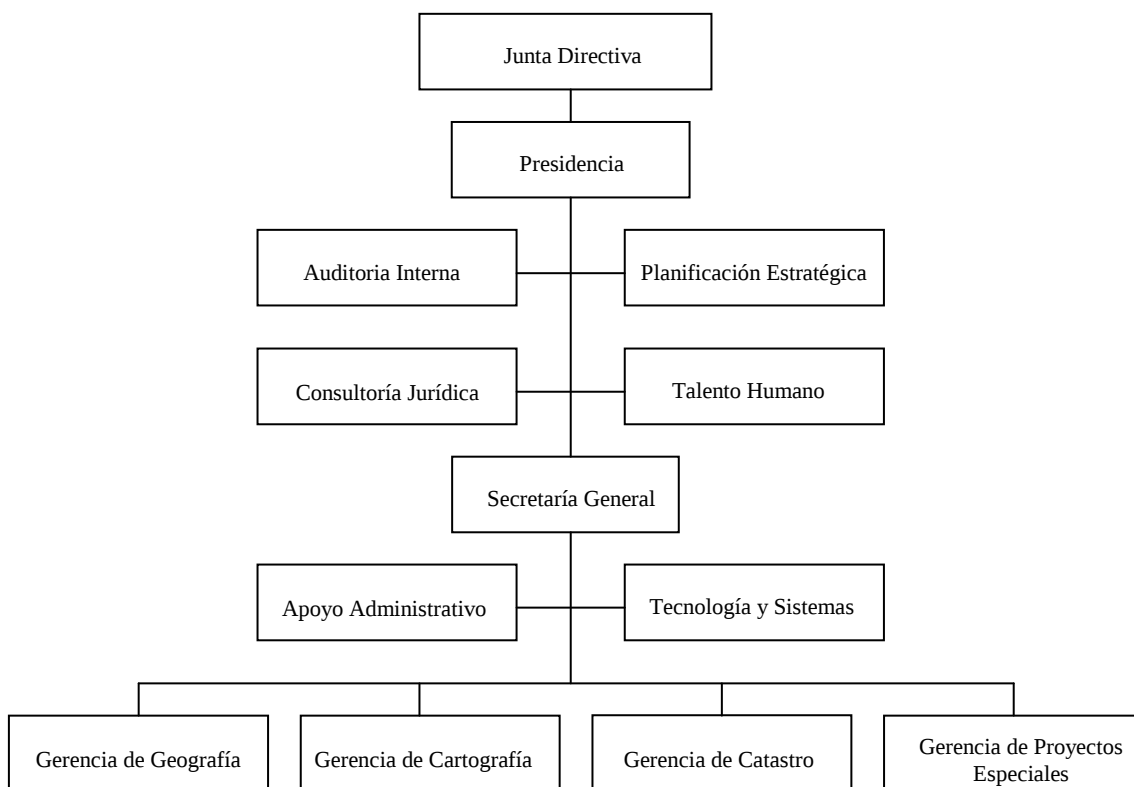


Figura 2.1. Organigrama Funcional del IGVSB

A nivel de las gerencias sustantivas del IGVSB, como institución tecnológica de vanguardia, la alineación adoptada responde a una estructura organizativa de tipo matricial.

El IGVSB, en plena conciencia del entorno en el cual se desenvuelve, como Institución naciente, decide generar un conjunto de estrategias que le permita desarrollar un curso de acción capaz de resistir los cambios políticos en el País, ganar un espacio como proveedor de información territorial oficial y consolidar su posición. En este sentido, los lineamientos se agrupan en dos direcciones:

A.- Actualización y Fortalecimiento Institucional

B- Recuperación y Expansión

A.- Actualización y Fortalecimiento Institucional

Tiene como propósito adecuar, preparar y dotar a la Institución con todos aquellos conocimientos, tecnologías, equipos y sistemas, que le permitan responder de la manera más eficiente a los requerimientos de la Nación en su área de competencia.

Básicamente el trabajo en esta dirección se centra en los siguientes aspectos:

1. Concentrar el trabajo de la Institución en el desarrollo de las áreas de geografía, cartografía y catastro.
2. Dirigir las acciones y actividades para implantar una nueva cultura organizacional basada en el compromiso profesional, nacional e institucional para consolidar con éxito la gestión del IGVSB.
3. Controlar de manera racional el ingreso de nuevos trabajadores en la Institución.
4. Desarrollar la estructura funcional orientada hacia la gestión de proyectos y control de los costos.
5. Consolidar e integrar los procesos técnicos y administrativos para fortalecer la Institución y reducir sustancialmente la discrecionalidad e imprevistos.
6. Estructurar la metodología que regula los procesos funcionales y operativos, asegurando la calidad de los productos servicios aplicando normas ISO.
7. Orientar los procesos productivos para generar los productos y servicios que requiere el mercado, como un medio para lograr la autogestión.
8. Actualizar tecnológicamente los procesos productivos y administrativos.

9. Capacitar y actualizar al personal en el uso de nuevas tecnologías.

10. Consolidar la actividad del Instituto en una nueva sede.

B.- Recuperación y Expansión

Presupone el desarrollo previo de la línea de acción relacionada con la *Actualización y Fortalecimiento Institucional*. Se fundamenta en la recuperación de los espacios y actividades que son competencia del Instituto y que fueron ocupados por otros entes e instituciones, debido a la baja capacidad de respuesta, especialmente en materia de producción cartográfica. En paralelo, se considera generar productos y servicios, basados en el desarrollo de proyectos de impacto en el área, que le permita dar inicio a los procesos de expansión de sus actividades y que contribuyan positivamente con la autogestión del IGVSb.

Debido a la multiplicidad de funciones que debe acometer el IGVSb se decidió establecer un proceso que integre los dos ámbitos medulares de la Institución (IGVSb, 2.001)

1.- Técnico

2.- Administrativo

1.- Integración de los Procesos Técnicos

El concepto integrador se apoya en la creación de una base de datos a partir de la cual se desarrolla la infraestructura de datos geoespaciales, la misma tiene su fundamento en la necesidad de proveer información de alta calidad que permita en conocimiento integral del territorio nacional para que los diferentes niveles de gobierno y del sector privado puedan definir, planificar y ejecutar políticas y planes para el desarrollo nacional, regional y municipal.

La meta de la plataforma es mejorar las operaciones de los usuarios, reducir los costos y facilitar los análisis y toma de decisiones, tomando como base el compartir la información básica disponible en formato digital. La misma, tiene tres componentes principales: contenido de la información, contexto técnico y contexto operativo.

El contenido de la información se refiere a seis temas de datos geográficos comunes para todos los usuarios:

- Control Geodésico
- Ortoimágenes-Fotografías Aéreas
- Modelos de Elevación del Terreno
- Vías de Comunicación
- Hidrografía
- Límites Político-Territoriales

Cada uno de estos seis temas se desarrollará de acuerdo con tres niveles en función del ámbito de competencia.

Nivel III Municipal	Gran Detalle
Nivel II Estatal o Regional	Mediano Detalle
Nivel I Nacional	Gran Visión

Los distintos niveles están relacionados con la resolución y cobertura de los datos. En la Tabla 2.1., de la página siguiente, se aprecia la disposición adoptada por el IGVSB.

	Nivel III	Nivel II	Nivel I
Cobertura	Local o Urbana	Estadal o Regional	Nacional
Rangos de Escala	1:500 a 1:10.00	1:10.000 a 1:25.000	1:25.000 a 1:100.000
Resolución Horizontal	0,05 mts a 1 mts	1 mts a 2,5 mts	2,5 mts a 10 mts
Resolución Vertical	0,5 mts a 10 mts	10 mts a 20 mts	20 mts a 40 mts

Tabla 2.1. Resolución y Cobertura por Nivel

Lo anterior implica la generación de información básica y, a partir de ésta, la generación de capas de información disponible para los usuarios y para el aseguramiento de la calidad de los procesos técnicos. En la Figura 2.2. se aprecian los procesos productivos definidos e integrados del IGVSb.

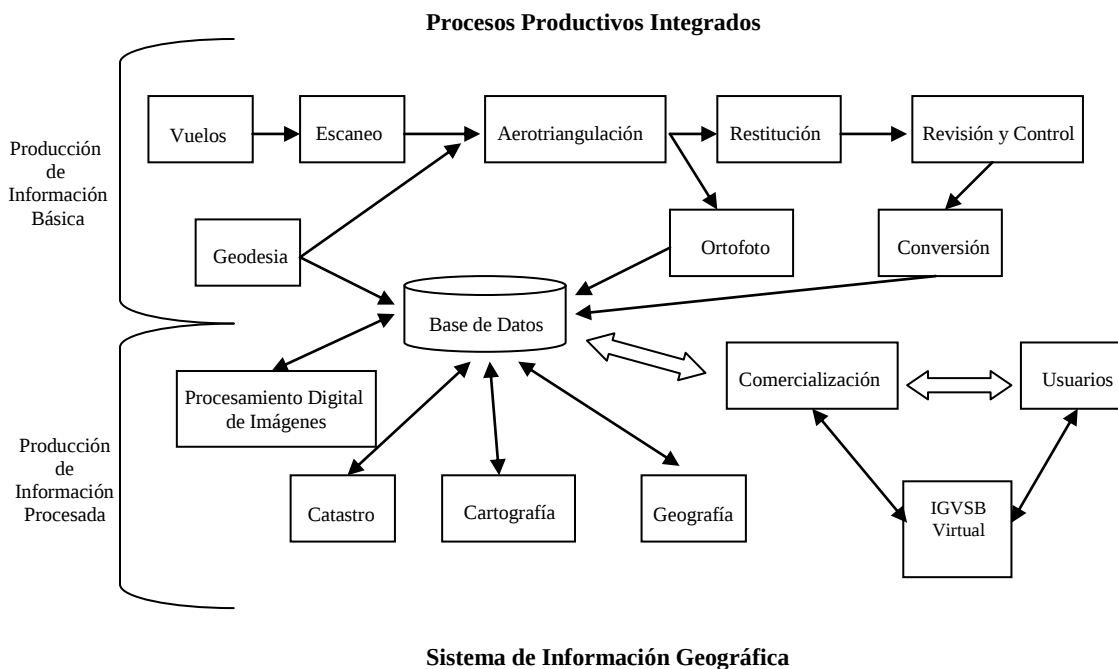


Figura 2.2.: Integración de los Procesos Productivos del IGVSb

2.- Integración de los Procesos Administrativos

La esencia del sistema de integración de los procesos administrativos, es consolidar la data y generar de manera oportuna y confiable la información relacionada con los flujos de la institución. La premisa empleada, es que un hecho económico afecta los movimientos contables de la institución y no debe existir diferencia entre los datos, sin importar cual sea la fuente de información empleada.

La integración de los procesos administrativos guarda estrecha relación con la generación de información para la toma de decisiones y se fundamenta en un registro único por cada transacción y el sistema de manera automatizada aplica, en función de éste registro, el principio contable de la partida doble.

En una primera fase la integración administrativa del IGVSB, contempla la combinación entre las distintas unidades contables, como se muestra en la Figura 2.3.

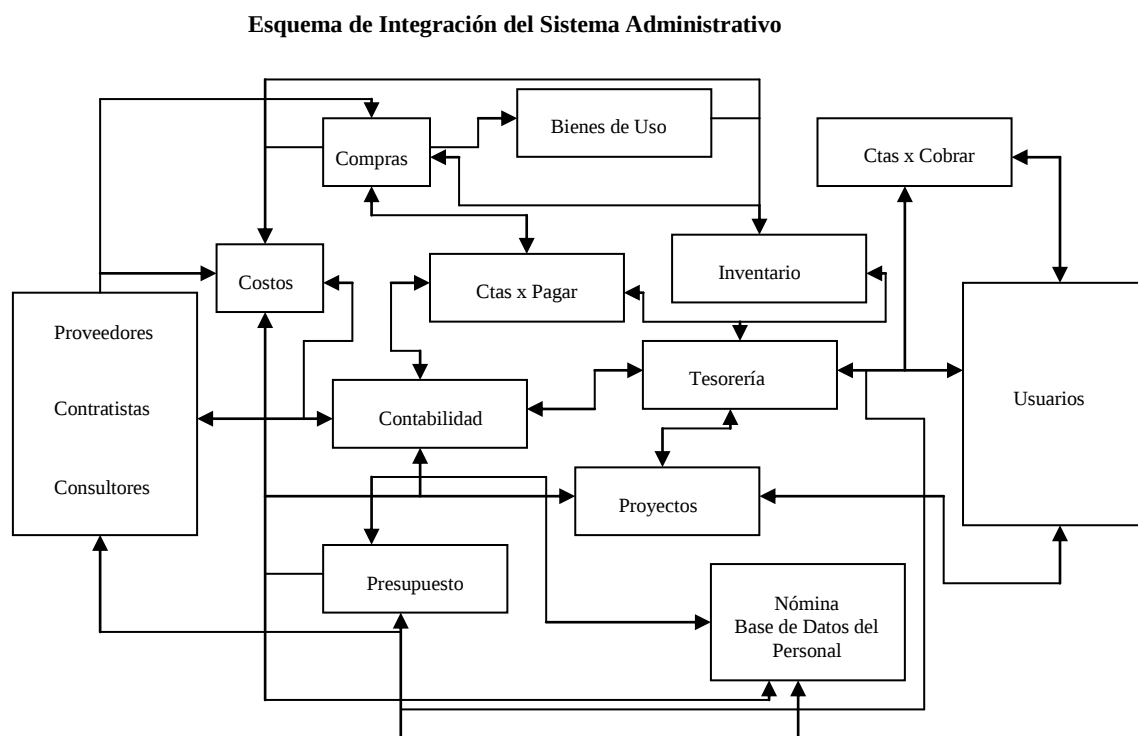


Figura 2.3. Integración de los Procesos Administrativos del IGVSB

Como se indicó anteriormente, el nivel sustantivo del IGVS, adoptó una estructura organizativa de tipo matricial, que permitiera la integración de los esfuerzos en un ambiente muy dinámico y propenso a los constantes cambios del entorno interno y externo de la Institución.

En la Figura 2.4. se recoge lo anterior y se muestra la forma de la estructura matricial adoptada por el nivel sustantivo del IGVS.

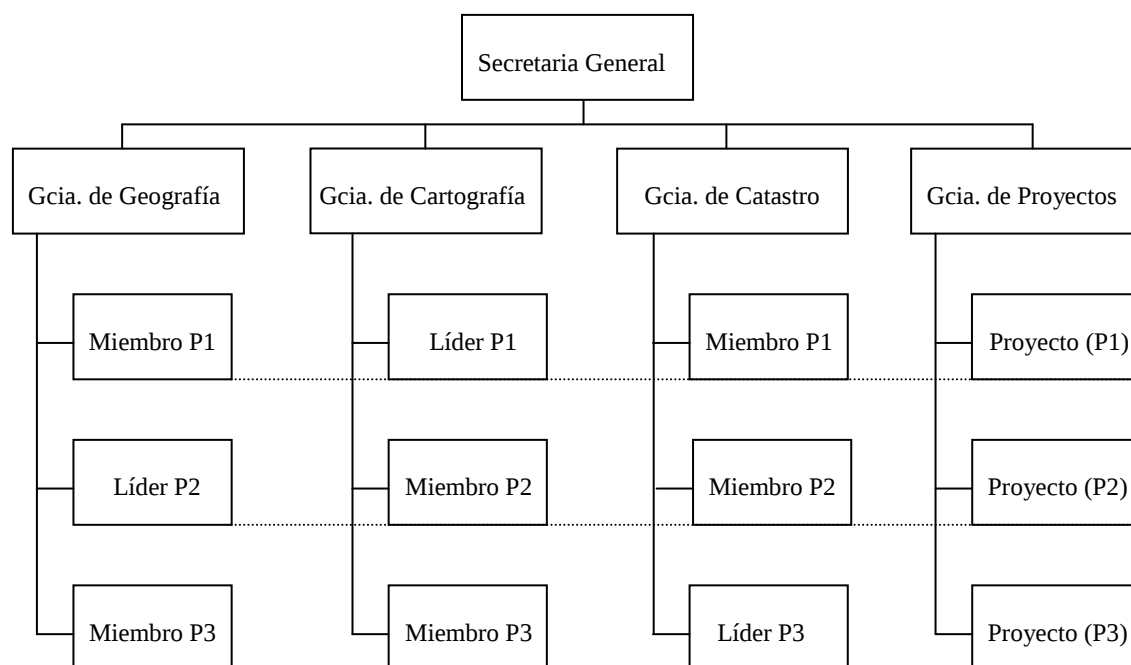


Figura 2.4. Organigrama del Nivel Sustantivo del IGVS

El nivel sustantivo constituye la médula de la Institución, ya que le permite a ésta generar los productos y servicios requeridos, con una marcada visión estratégica al perseguir en esencia fundamentalmente el desarrollo equilibrado del territorio, la soberanía y la seguridad y defensa de la Nación.

De allí, su ingerencia directa e indirecta en materia de delimitación político-administrativa del territorio, demarcación de fronteras, fijación de políticas para la explotación de los recursos naturales con especial énfasis en actividades minero extractivas y potenciales hidráulicos, proyección de obras de infraestructura e inventario de la riqueza territorial de la República, en este sentido el nivel sustantivo, como se indicó anteriormente, está integrado por cuatro importantes gerencias, siendo ellas (IGVSB, 2001):

- a).- Gerencia de Geografía (GG)
- b).- Gerencia de Cartografía (GC)
- c).- Gerencia de Catastro (GCT)
- d).- Gerencia de Proyectos Especiales (GPE)

a).- Gerencia de Geografía (GG)

La Gerencia de Geografía, tiene entre sus funciones programar y coordinar la ejecución de los planes nacionales en materia de límites, nombres geográficos, sistemas de información geográfica. Así como también, planificar, programar y ejecutar los proyectos y actividades para la actualización y cobertura geográfica del territorio nacional, asesorar y suministrar asistencia técnica especializada a diferentes usuarios en materia de Decretos, y otras áreas de su competencia.

Su estructura organizativa se encuentra conformada por tres coordinaciones:

- .- Estudios e Investigaciones Geoespaciales (EIG)
- .- Ordenamiento del Espacio Geográfico (OEG)
- .- Procesamiento Digital de Imágenes (PDI)

Las cuales conjugan de una forma armónica y funcional tres aspectos fundamentales de las ciencias Geoespaciales como Geografía, Cartografía y Sensores Remotos. Esta unidad está integrada por un equipo de trabajo especializado en las áreas de Geografía y

Cartografía, tienen un conjunto de programas permanentes y realizan proyectos para el diseño, elaboración y publicación de mapas temáticos, revisión cartográfica y aprobación de mapas elaborados por instituciones públicas y privadas; actualización y representación cartográfica de la división político territorial en formato analógico y digital; elaboración de informes técnicos en materia de límites y nombres geográficos y verificación técnica de los proyectos de decretos o resoluciones dirigidas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

b).- Gerencia de Cartografía (GC)

Entre otras funciones importantes, corresponde a la Gerencia de Cartografía programar y coordinar la ejecución de los planes nacionales en materia de aerofotogrametría, geodesia y cartografía para el desarrollo y mantenimiento de la base de datos geoespacial de la Nación.

Su estructura organizativa se encuentra conformada por tres coordinaciones:

- .- Coordinación Técnica de Vuelos (CTV)
- .- Coordinación Técnica de Geodesia (CTG)
- .- Coordinación Técnica de Cartografía Básica (CTCB)

Esta gerencia, cuenta con un grupo de profesionales dedicados a realizar los programas permanentes que tiene el IGVSb en su área específica, además atienden los requerimientos para la generación de proyectos que le permitan a la Institución proyectar su nombre ante el colectivo nacional e internacional de usuarios de la información territorial.

c).- Gerencia de Catastro (GCT)

Compete a esta gerencia regular en su conjunto la implantación, formación y conservación del catastro nacional, en coordinación con los organismos vinculados al proceso de catastro, a través de lineamientos rectores, la normativa y especificaciones técnicas que aseguren calidad en la ejecución y el desarrollo sustentable de las actividades catastrales en sus aspectos físicos, jurídicos y valorativos; empleando como plataforma la información básica territorial actualizada, y con el apoyo de programas de capacitación y el manejo de tecnología de primera línea, a los fines de consolidar, en el mediano plazo, el Sistema Nacional de Catastro como fuente del Sistema de Geoinformación Territorial.

d).- Gerencia de Proyectos Especiales (GPE)

La GPE del IGVSb se concibe como una gerencia de apoyo a los proyectos que se generen en las distintas gerencias sustantivas de la Institución, en este sentido, presta soporte para identificar, conceptualizar, coordinar, ejecutar, administrar, controlar y transferir proyectos, a través de una organización matricial, con personal capacitado, comprometido y con vocación de servicio.

En su corta existencia la GPE, ha pasado de ser considerada en la estructura organizativa del IGVSb, una gerencia staff a la presidencia de la Institución, a ser una gerencia sustantiva de la misma. Este hecho, refleja el compromiso político a nivel de la Dirección Superior de la Institución con la implantación de una cultura de proyectos en la misma.

En este sentido, la GPE está comprometida con la generación de soluciones estratégicas y oportunas en materia de proyectos que permitan la autogestión del Instituto en el mediano y largo plazo, para lo cual pretende lograr la modernización y autosustentabilidad del IGVSb, incrementando los niveles de productividad de los centros de costos y diversificando la cartera de productos y servicios a prestar.

Con la finalidad de optimizar los procesos internos y respondiendo a su concepción dentro de la Institución, la GPE adopta criterios de la Oficina de Dirección de Proyectos o Project Management Office (PMO), lo que implica realizar un conjunto de adaptaciones en su estructura organizativa (DINAFRI, 2000). En la Figura 2.5. se muestra la estructura de la GPE, en la misma se resalta en un círculo el ámbito correspondiente a la PMO.

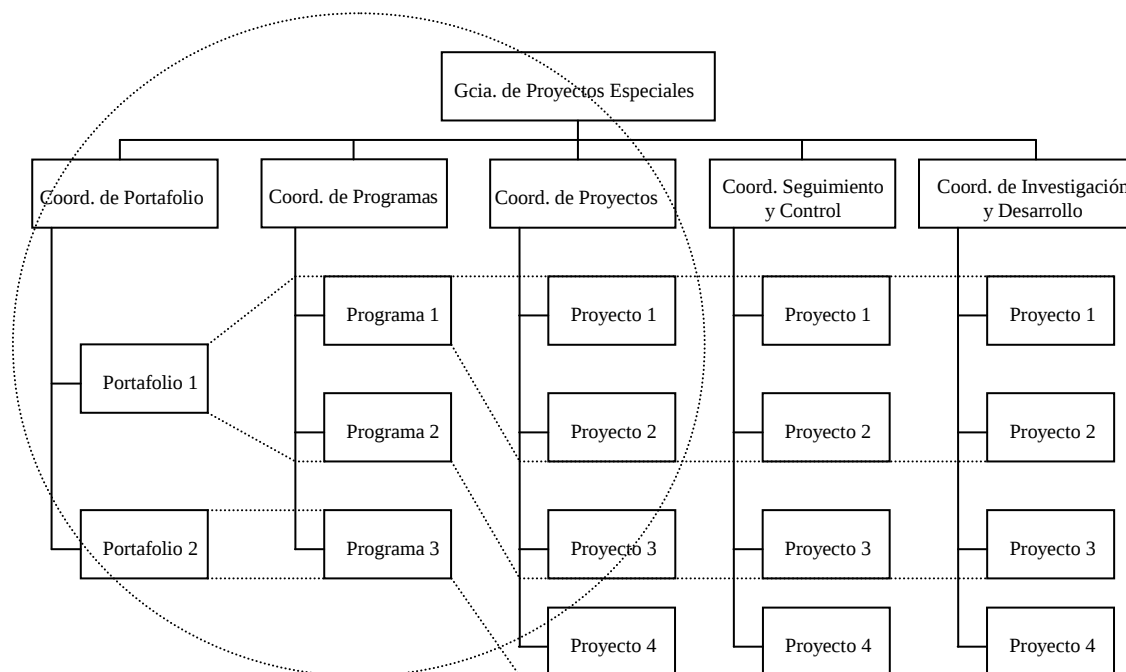


Figura 2.5. Organigrama de la Gerencia de Proyectos Especiales del IGVS

El sustento adoptado por la GPE del IGVS para aplicar el esquema de la PMO, se basó en los trabajos realizados por Block (1998), según los cuales, la Oficina de Dirección de Proyectos (PMO) puede ser implantada en cualquiera de los tres niveles organizacionales definidos: Nivel de Proyectos, Nivel de Unidades de Negocio y Nivel Corporativo.

La estructura organizativa de la GPE, como se desprende del organigrama anterior, está conformada por la Gerente de Proyectos Especiales y cinco coordinaciones. La primera

de ellas, de izquierda a derecha, se corresponde con la Coordinación de Portafolio: es la encargada de estructurar la cartera de proyectos de la GPE en atención a las líneas estratégicas emanadas del IGVSb. En este sentido, evalúa los distintos proyectos de las gerencias sustantivas y los incluye en determinado portafolio tomando en consideración el tipo de proyecto. Esta coordinación procura los fondos para los proyectos que se incluyen en el portafolio y emplea el criterio de maximización de los recursos que se invierten en los mismos.

La Coordinación de Programas, se encarga agrupar los distintos proyectos que se generan en el IGVSb, en atención a sus posibles relaciones en materia actividades comunes a realizar o el producto o servicio a crear. La dirección de los proyectos que cumplan con lo anterior se efectúa de manera coordinada. La coordinación de programas se encarga de seleccionar aquellos proyectos que contribuyan de manera significativa al cumplimiento de la misión de la Institución.

Las funciones administrativas asociadas con los proyectos son realizadas desde la Coordinación de Proyectos, la cual provee el soporte administrativo y contable a los distintos proyectos que se ejecutan en la GPE. De igual manera, esta coordinación presta el soporte en materia de estructuración de los distintos equipos para acometer los diversos proyectos, estimaciones en tiempo y costos, documentación de todas las experiencias en proyectos que pueda acumular la Institución y prestar asesorías en materia de todos los elementos técnicos relacionados con la Dirección de Proyectos como disciplina.

La Coordinación de Seguimiento y Control, como su nombre lo indica, se encarga de realizar todas aquellas actividades que contribuyan a detectar potenciales desviaciones de los proyectos en atención a sus metas fundamentales: tiempo, costo, alcance y calidad.

La Coordinación de Investigación y Desarrollo, tiene la importante función de explorar las nuevas tendencias en materia de Dirección de Proyectos, documentarse en el ámbito de las mejores prácticas en actividades relacionadas con las competencias de la

Institución y crear la base de conocimientos que le permita al Instituto aprender constantemente de las experiencias acumuladas.

3.- Características de la Industria Geográfica Venezolana

La industria geográfica en Venezuela tiene un conjunto de características propias y muy particulares que la diferencia de otras presentes en el país. En este sentido, es importante destacar la existencia de sólo un gran comprador, monopsonio, el cual motoriza, regula y fija las pautas para los proyectos a ser desarrollados en el área.

La estructura básica de la Industria Geográfica Venezolana se caracteriza en función de la conjunción de seis elementos fundamentales:

- a).- Existencia de una Ley Marco
- b).- Presencia Activa de un Ente Rector
- c).- Existencia de Monopsonio
- d).- Presencia de Oligopolio
- e).- Compradora de Tecnologías Foráneas
- f).- Formación de Consorcios

a).- Existencia de una Ley Marco

Como se indicó anteriormente, a partir del año 2000 se promulgó la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional, dicho instrumento legal recoge de manera general todos los aspectos fundamentales relacionados con la industria, regula la actividad por medio de la creación de normas técnicas de obligatoria observancia y crea un ente rector.

b).- Presencia Activa de un Ente Rector

El IGVSb se erige como el ente rector por parte del Estado de toda la gama de actividades desplegada por la Industria Geográfica Nacional. En este sentido, crea normas y procedimientos en las distintas áreas de su competencia, estas son en términos generales de obligatoria observancia - como es el caso de las normas técnicas para el levantamiento catastral - (IGVSb, 2001).

c).- Existencia de un Monopsonio

La característica principal es la existencia de un gran y único comprador de los bienes y/o servicios que produce o presta la industria. En este sentido, el IGVSb se convierte en el principal comprador de la Industria Geográfica Nacional, representando las adquisiciones de dicho ente aproximadamente el 92% (USA \$ 17.5 MM) del total comprado en el sector para el año 2003 (Ching, 2004).

Es importante reportar, la existencia de otros compradores de la Industria Geográfica Venezolana, como por ejemplo las telefónicas, las empresas hidrológicas, las empresas minero extractivas y con la promulgación de la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional, todos los municipios que integran la división político territorial del País. No obstante, estos sectores no han mostrado, ni muestran en la actualidad un dinamismo importante en materia de compras a la industria nacional.

d).- Presencia de Oligopolio

Otro de los elementos que sobresale de la Industria Geográfica Nacional, es la presencia de un grupo muy reducido de empresas proveedoras de bienes y/o servicios en el área, es decir, la concentración empresarial. Esto se sustenta fundamentalmente por la presencia de dos elementos: por una parte, es una industria capital intensiva, y por la otra, el soporte financiero debe ser muy alto para poder avalar los contratos con el IGVSb.

En los últimos años, las empresas en el sector han mostrado una tendencia hacia la reducción de sus nóminas - más no de sus escalas operativas -. En términos generales las empresas han optado por desconcentrarse en aquellas actividades no medulares en sus procesos productivos, estableciendo acuerdos de tipo *outsourcing* con especialistas en determinadas áreas. No obstante, en la actualidad esta situación no modifica en modo alguno esta característica del sector.

e).- Compradoras de Tecnologías Foráneas

La Industria Geográfica Nacional no desarrolla tecnologías en el área, se limita a comprarlas en el exterior y aplicarlas en el País, con pequeñas adaptaciones para ajustarlas a los requerimientos técnicos contemplados en las normas promulgadas por el IGVSB.

El mayor desarrollo tecnológico de la industria nacional, es este sector, es el desarrollo de sistemas y aplicaciones, utilizando para ello los estándares en cuanto a manejadores de bases de datos y las herramientas de desarrollo generadas por las grandes corporaciones internacionales por lo cual se deben cancelar importantes sumas de dinero por concepto de licenciamiento.

f).- Formación de Consorcios

En virtud de la magnitud de los contratos generados en esta industria, se observa la tendencia de agrupar a dos o más empresas en consorcios que reúnan los requerimientos en cuanto a capacidad de contratación. Esta forma de operar se ha incrementado en los últimos años y se ha observado una marcada inclinación a la formación de consorcios con capital privado nacional e internacional.

4.- Proyectos Contratados por el IGVS

Dado el marcado corte estratégico que tienen los proyectos desarrollados por la Industria Geográfica Venezolana ya que, en términos generales los productos o servicios que genera la misma, son empleados como insumos en los procesos de toma de decisiones en los más altos niveles del Poder Ejecutivo. De allí que en su realización se consideren no sólo los costos asociados, que dada su naturaleza los antecedentes indican que los recursos siempre fluyen bien sea por la vía ordinaria o extraordinaria, sino también la variable temporal que constituye la esencia del proceso.

El factor temporal es la mayor causa de variabilidad de los proyectos realizados por esta industria. Si bien es cierto que en los contratos a precio fijo el riesgo en planificación lo corre el contratista, para el contratante es fundamental que la duración total estimada de los proyectos converja en un grado muy alto a la duración real, ya que una variación importante en la ejecución de los proyectos tiene para el IGVS - y por ende para la Nación - un costo de oportunidad extremadamente alto dada las características de los proyectos que efectúa dicha Institución.

De allí que en los términos de referencia que se elaboran, se establece una duración total estimada, la cual es producto del concurso de los especialistas que laboran en la institución y es obtenida luego de efectuar una planificación exhaustiva del proyecto utilizando alguno de los métodos existentes para tales efectos, lo que posteriormente les facilita el seguimiento y control de cada proyecto contratado.

Los proyectos realizados por la Industria Geográfica Nacional, desde la fecha de fundación del IGVS, se pueden agrupar en dos grandes categorías:

- i).- Proyectos Regionales
- ii).- Proyectos Nacionales

Independientemente de la categoría todos constituyen para el Estado Venezolano proyectos eminentemente estratégicos, ya que en el trasfondo de los mismos siempre se encuentra un objetivo de primer orden: el desarrollo equilibrado y sostenido del territorio, la soberanía, la seguridad y defensa nacional.

i).- Proyectos Regionales

Son aquellos proyectos que tienen como finalidad extender la cobertura espacial de la Nación. Se realizan por etapas, cada una de las cuales corresponde a una porción específica del País. En esta categoría de proyectos se incluyen todos aquellos cuya escala operativa abarca sólo una parte del territorio nacional.

ii).- Proyectos Nacionales

Corresponden a todos aquellos proyectos cuya cobertura espacial abarca todo el territorio nacional. Por lo general son realizados por etapas hasta cubrir completamente el territorio nacional.

<i>Proyectos Regionales</i>	<i>Proyectos Nacionales</i>
<i>Cartosur I</i>	<i>Mapa Global</i>
<i>Mapa de Riesgo</i>	<i>Normas Técnicas de Catastro Municipal</i>
<i>Norte del Orinoco</i>	<i>Atlas Básico</i>
<i>Cartosur II</i>	<i>Publicación y Difusión de la Información Básica Territorial</i>
<i>Esequibo</i>	<i>Establecimiento y Densificación de la Red Geodésica Nacional</i>
<i>Levantamiento Aerofotométrico en las Zonas en Riesgo y Fragilidad Ecológica</i>	

Tabla 2.2. Proyectos Contratados por el IGVSB en el Período 2000/2003

En la Tabla 2.2., de la página anterior, se aprecian todos los proyectos que han sido efectuados por la Industria Geográfica Nacional en el marco de los contratos establecidos con el IGVSb desde la fecha formal de su creación.

En aras de ampliar la información del sector y de apuntalar la naturaleza estratégica de los proyectos que realiza la Industria se presenta, a partir de la página siguiente, un compendio con todos los proyectos antes mencionados y un breve resumen del objetivo planteado en la fase de formulación para cada uno de ellos.

Proyectos Regionales

Proyecto Catosur I

Generar la cartografía básica, es decir el cubrimiento en mapas topográficos a escala 1:50.000 para la zona sur del país; estado Amazonas y sur del estado Bolívar, en archivos digitales de ortoimágenes de radar, archivos digitales de modelos de elevación del terreno y archivos digitales de curvas de nivel sobre una superficie de 266.616 Km².

Proyecto Mapa de Riesgos

El objetivo de este proyecto es la combinación de varios factores tales como la topografía, las vías de comunicación, las fallas geológicas y las trayectorias más probables de las aguas de lluvia, para determinar los puntos de mayor vulnerabilidad. En el alcance inicial se estableció la cobertura del Mapa de Riesgo para la vertiente norte y sur del Cerro Avila.

La Estrategia Nacional de Reducción de Riesgo de Desastres constituye una herramienta esencial de la política nacional, por cuanto contiene las directrices, objetivos, estrategias y acciones que orientarán las actividades interinstitucionales en esta materia, en función de la problemática asociada con los riesgos de desastres y de las prioridades que

derivan de ella para la reducción de los impactos socioeconómicos que afectan el desarrollo sostenible del país

Proyecto Norte del Orinoco

Completar la cobertura de datos Geoespaciales en formato digital, planimetría y altimetría sobre una superficie de 210.000 Km², con base a fotografías aéreas en formato digital. Con la ejecución de este proyecto se generó la cartografía básica del territorio ubicado al norte del Orinoco, en formato digital a escala 1: 25.000.

La cobertura de este proyecto se extendió a los Estados: Barinas, Portuguesa, Guárico, Apure, Lara, Carabobo, Anzoátegui, Monagas, Miranda, Falcón, Sucre, Nueva Esparta, Yaracuy y Zulia.

Proyecto Catosur II

Cobertura con información básica geoespacial de un área de 263.440 Km² ubicada al norte del Estado Bolívar y el Estado Delta Amacuro, con lo cual se completa el total de la información para la zona del País ubicada al sur del Orinoco, la cual corresponde aproximadamente la mitad del territorio nacional.

Con la ejecución del proyecto se generaron 518 ortoimágenes de radar, modelos de elevación del terreno y curvas de nivel, en formato digital, en el norte del estado Bolívar y en la totalidad del estado Delta Amacuro

Proyecto Esequibo

Levantar la información básica cartográfica del territorio Esequibo aplicando tecnología de captura de datos por medio de sensores remotos. El proyecto permitió dar cobertura cartográfica a 159.500 Km², correspondiente a la superficie de la Guayana

Esequiba, generando mapas de imagen a nivel de planificación a escala 1:25.000 y a nivel de ordenación a escala 1:100.000 realizados ambos a partir de imágenes Landsat con datum la Canoa, posteriormente se realizó la conversión al datum REGVEN.

Levantamiento Aerofotométrico en las Zonas en Riesgo y Fragilidad Ecológica

Efectuar tomas aéreas con cámaras equipadas con focal de 305 mm a una altura de 25.000 pies sobre los municipios Chacao, Sucre, Los Salias, Carrizal, Baruta, El Hatillo, Plaza , Guaicaipuro, Zamora, Paz, Castillo, Acevedo del Estado Miranda, así como gran parte de los municipios Libertador y Vargas del Distrito Capital y Estado Vargas respectivamente, con la finalidad de generar ortofotomapas en formato digital e impreso a escalas 1:10.000 y 1:5.000.

La superficie total abarcó un área de 226180 hectáreas y se ejecutó mediante la definición de nueve vuelos en dirección este-oeste generando un total de 871 vistas aéreas apoyadas en tecnología GPS.

Proyectos Nacionales

Proyecto Mapa Global

Este proyecto se enmarca en una iniciativa de la Naciones Unidas y consiste en generar un conjunto de datos geoespaciales para apoyar los estudios e investigaciones sobre los cambios ambientales globales.

El Mapa Global está constituido por un conjunto de datos geográficos digitales que cubrirá la totalidad de la superficie terrestre del planeta generada con especificaciones consistentes y avaladas por los organismos geográficos oficiales de cada uno de los países participantes. La información generada será distribuida a nivel mundial vía Internet, pasando a ser patrimonio de la humanidad.

El IGVSb para cumplir con el compromiso asumido diseñó un flujo de producción basado en el procesamiento de imágenes Landsat TM, Landsat 7 ETM y de la generalización de la cartografía en formato digital a escala 1:25.000 disponible en el Instituto.

La cobertura del proyecto abarcará toda la amplia geografía del País en ocho capas de información en formatos vectorial y raster a escala 1:1.000.000 siguiendo las especificaciones técnicas de la Organización Global Map

Proyecto de Normas Técnicas del Catastro Municipal

El proyecto consistió en el desarrollo de las normas técnicas para la formulación, evaluación y aval técnico de los proyectos catastrales. Abarcó la ejecución de un proyecto piloto en el Municipio Barinas del Estado Barinas con la finalidad de validar en su conjunto las normas técnicas.

Cada uno de los 335 municipios que conforman la división político-territorial del País deben efectuar el proyecto de catastro municipal en cumplimiento de la LGCCN, para lo cual deben sustentarse en las normas técnicas que con este proyecto se generaron y en el establecimiento de una Base de Datos Geográfica que se pueda ser compatible con el Sistema de Información Geográfica que posee el IGVSb.

Proyecto Atlas Básico

Diseñar y diagramar la tercera edición del atlas Básico de la República Bolivariana de Venezuela a fin de propiciar el conocimiento del espacio geográfico venezolano actual y difundir el valor de los mapas como instrumentos educativos, científicos y culturales.

El proyecto se realizó en base a cuatro grandes componentes: Selección de la Información, Diseño del Atlas, Actualizar la Información e Impresión de 3.500 Atlas.

El formato del producto final está disponible en digital e impreso e incluye todas las capas de información: Vialidad, Cuerpos de Agua, Zonas de Sobreposición de Límites, Límites Estadales, Límites Municipales, Polígonos de Area Urbana de Capitales de Estado, Centros Poblados, Cuadrícula, Toponimia de Cuerpos de Agua, Toponimia de Orografía, Toponimia de Centros Poblados e Información Marginal.

Proyecto de Publicación y Difusión de la Información Básica Territorial

Promocionar y difundir masivamente información básica territorial Generada por el Instituto geográfico de Venezuela Simón Bolívar, y colocar sus productos a la disposición de una amplia gama de usuarios, en el contexto de una dinámica política de mercadeo que aplica la fase final del proceso productivo, como alternativa financiera dirigida a incrementar el comportamiento autogestionario en la institución.

Para la ejecución del proyecto se adquirieron un conjunto de equipos de computación de última generación así como un grupo de licencia Oracle con la finalidad de efectuar un Sistema de Gestión de Bases de Datos Documentales completamente automatizado.

Establecimiento, Densificación y Mantenimiento de la Red Geodésica Nacional

El objetivo de la Red Geodesica Venezolana REGVEN, es proporcionar un control geodésico básico nacional preciso y acorde con las nuevas tecnologías de medición geodésica. Con el avance de las nuevas tecnologías (GPS), que han producido por ende un aumento de las exactitudes posicionales, así como los avances en sistemas de referencias modernos (SIRGAS), se ha hecho necesario el establecimiento de nuevos marcos geodésicos de referencia que satisfagan la calidad del posicionamiento geodésico y los

resultados obtenidos por métodos satelitales. Teniendo el IGVSb como meta y reto la calidad del control geodésico, se planificó y desarrolló el proyecto REGVEN, para dar la exactitud requerida en los diferentes proyectos, estudios e investigaciones en cuanto a la georeferenciación.

5.- Riesgos de los Proyectos en la Industria Geográfica Venezolana

La experiencia acumulada en el IGVSb con los proyectos realizados a lo largo y ancho del País, indica que los mismos son susceptibles de exposición a todos los tipos de riesgos que se mencionan en el *Capítulo IV*, Figura 4.1., adicionalmente dadas las características propias del sector, así como de la idiosincrasia nacional, operan un conjunto de riesgos asociado, son ellos:

- a).- Riesgos de Propensión Política
- b).- Riesgos en Cantidad y Calidad de Información
- c).- Riesgos Burocráticos
- d).- Riesgos de Fragilidad Institucional
- e).- Riesgos Asociados con Intereses

a).- Riesgos de Propensión Política

Con independencia del marcado carácter estratégico que tiene para la Nación los proyectos en el área geográfica, dada su incidencia directa o indirecta en los ámbitos políticos-administrativos, económicos, ecológicos, sociales, soberanía, seguridad y defensa, los mismos se encuentran sujetos a los intereses a los gobernantes en turno, lo que condiciona su ejecución de manera determinante al clima político imperante en el entorno en determinado momento histórico.

b).- Riesgos en Cantidad y Calidad de Información

En muchos de los proyectos ejecutados, se ha observado que los mismos no cuentan con información obtenida de acuerdo a los criterios técnicos requeridos por el IGVSb que permitan su utilización como insumo en los proyectos. Lo cual constituye un elemento de distracción y de retrabajo con el consiguiente impacto en los tiempos de ejecución del proyecto.

c).- Riesgos Burocráticos

Actualmente existe en la administración pública normas y procedimientos que han quedado desfasados en el tiempo, lo cual tiende a retrasar los procesos administrativos de los proyectos y le agregan a los mismos un ingrediente adicional de variabilidad.

d).- Riesgos de Fragilidad Institucional

El carácter del IGVSb como ente rector de la actividad en el País, así como el relativo poco tiempo de funcionamiento que tiene el mismo, generan un conjunto de implicaciones de orden político, que entre otros aspectos consideran la madurez de la institución frente a otros organismos del Estado con mayor tradición y con intereses convergentes en algunas áreas sensibles, lo que origina ciertas fricciones y procesos de negociación que han perturbado la marcha de algunos proyectos.

e).- Riesgos Asociados con Intereses

Este aspecto, es en extremo sensible dado la naturaleza eminentemente estratégica de los proyectos en el sector. En algunos de los proyectos efectuados se han presentado conflictos de intereses que han retrasado o agilizado ciertos procesos administrativos con fines poco claros y ajenos al objetivo del presente estudio, lo cual ha generado distorsiones de inmediata repercusión en los resultados generales del proyecto.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO Y CONCEPTUAL

1.- Marco Metodológico

El estudio a realizar corresponde a una investigación exploratoria de corte ex_post_facto. Se trabajará con la información obtenida en los archivos de la GPE del IGVSb, a los efectos de la investigación, se considerarán todos los proyectos contratados por la Institución desde el 28/07/00 y concluidos hasta el 31/12/03.

De la revisión a efectuar, se obtendrá la data relacionada con la duración de las actividades, secuencias de las mismas, prelación, premisas empleadas, ruta crítica, duración total y cronograma de ejecución de cada uno de los proyectos realizados por la Institución en el lapso antes referido. Con esta información se procederá luego a estructurar la red de precedencias de cada proyecto.

Posteriormente se construirá en una hoja de cálculos, de la aplicación Microsoft Excel XP, un arreglo para efectuar una simulación, basada en el Método Monte Carlo (SMC), que permita, con el uso de una distribución apropiada, realizar con cada uno de los proyectos en consideración al menos un mil doscientos (1.200) ciclos o interacciones del modelo, con la finalidad de lograr la mayor cobertura de eventos posibles, y obtener en cada uno de ellos un estimado de la duración por actividad, la posible ruta crítica que se deriva de las misma y la probable duración del proyecto considerado.

Para los efectos del estudio se asume que las actividades, de los proyectos integrantes de la muestra bajo análisis, se distribuyen de acuerdo con dos posibles distribuciones: beta y triangular. Ambas ampliamente difundidas y empleadas para representar la incertidumbre asociada con la duración de las actividades de un proyecto (Goodpasture, 2004).

La utilización de la SMC permitirá generar, para cada uno de los proyectos considerados, una función de distribución ($F(x)$) del TEE para el proyecto por cada una de las distribuciones empleadas.

Seguidamente se realizará una comparación pareada que involucre el TRE y los TEE provistos por el empleo de la SMC, bajo las distribuciones antes mencionadas, por cada proyecto en consideración. El primer caso, de la comparación pareada, se origina del empleo de la distribución beta bajo la SMC para estimar las duración de cada actividad y por consiguiente del proyecto en su conjunto y la segunda, del uso de la distribución triangular en la SMC como base de los cálculos para la estimación de la duración de las actividades y por ende del proyecto.

En la Tabla 3.1, se resume la información relacionada con las muestras a utilizar en la investigación, la distribución de probabilidades base de los cálculos y el resultado esperado de la simulación para cada proyecto.

	Muestra 1	Muestra 2
Distribución Base	Beta	Triangular
Variable Aleatoria	Duración de la Actividad (X_b)	Duración de la Actividad (X_t)
Resultado Ciclo 1	Tiempo Estimado de Ejecución (TEEb1)	Tiempo Estimado de Ejecución (TEEt1)
Resultado Ciclo 2	Tiempo Estimado de Ejecución (TEEb2)	Tiempo Estimado de Ejecución (TEEt2)
Resultado Ciclo n	Tiempo Estimado de Ejecución (TEEb _n)	Tiempo Estimado de Ejecución (TEEt _n)
Función de Distribución Generada para el TEE	$F(x_b)$	$F(x_t)$

Tabla 3.1. Muestras a Emplear

Posteriormente se construirán un conjunto de intervalos o categorías, para agrupar los resultados de cada ciclo de SMC, con lo cual se podrá realizar un histograma de frecuencia relativa y una curva con la frecuencia acumulada, la cual representa la función de distribución de probabilidades del TEE del proyecto, que permitan visualizar el comportamiento gráfico de ambas magnitudes para cada proyecto.

Una vez obtenida la función de distribución del proyecto, por cada distribución considerada, se procederá a calcular la esperanza matemática ($E(x)$) de dicha función para su posterior comparación con el TRE, empleando para ello la brecha o diferencia absoluta entre estas dos magnitudes. Esta diferencia permitirá realizar la comparación pareada, antes mencionada, para emitir una conclusión en particular sobre cada proyecto en estudio, tal y como se muestra en la Tabla 3.2.

Distribución Base	Distribución Beta	Distribución Triangular
Proyecto n	$ E(x) - TRE _b$	$ E(x) - TRE _t$
Siendo	$E(x)$ = Esperanza Matemática de la $F(x)$ respectiva TRE = Tiempo Real de Ejecución	
Regla de Decisión	Si $ E(x) - TRE _t > E(x) - TRE _b$ Entonces el proyecto n hubiese sido mejor predicho empleando la distribución beta.	
	Si $ E(x) - TRE _t < E(x) - TRE _b$ Entonces el proyecto n hubiese sido mejor predicho empleando la distribución triangular.	

Tabla 3.2. Comparación Pareada por Proyecto

La premisa que sustenta la regla de decisión, antes referida, indica que a mayor brecha o diferencia absoluta entre la esperanza matemática y el TRE, peor será la exactitud provista por la distribución empleada

La comparación anterior se repetirá para cada uno de los proyectos que conforma la muestra en estudio y se construirá una tabla resumen, con los resultados obtenidos, a manera de presentar la cantidad total de proyectos mejor predichos con cada una de las distribuciones empleadas, de acuerdo con la Tabla 3.3.

	Distribución
Proyecto 1	Beta
Proyecto 2	Triangular
Proyecto n	Beta

Tabla 3.3. Distribución con Mejor Predicción para el Proyecto

Posteriormente el valor esperado ($E(x)$), provisto por la función de distribución ($F(x)$) generado por la SMC por cada proyecto y distribución considerada, será empleado para calcular la RDT, como estimador a posteriori del desempeño del mismo, y ubicar su nivel de acuerdo con los distintas categorías expresadas para este indicador en la Tabla 1.2. del Capítulo I. En la Tabla 3.4. se muestra el formato que tendrá dicho instrumento.

	RDT Distribución Beta	RDT Distribución Triangular
Proyecto 1		
Proyecto 2		
Proyecto n		

Tabla 3.4. RDT Estimada de Acuerdo con el Valor Esperado

Con la finalidad de comprobar estadísticamente la existencia de una diferencia significativa entre la cantidad de proyectos mejor predichos con las distribuciones en consideración, se empleará un Contraste de Hipótesis de una cola por la derecha (López, 2000), para lo cual se establece el siguiente modelo:

Hipótesis Nula:

$$H_0: \text{NPMP}_b = \text{NPMP}_t \quad (3.3)$$

Hipótesis Alternativa:

$$H_1: \text{NPMP}_b > \text{NPMP}_t \quad (3.4)$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \text{NPMP}_t &= \text{Número Promedio de Proyectos Mejor Predicho} \\ &\quad \text{con la Distribución Triangular} \\ \text{NPMP}_b &= \text{Número Promedio de Proyectos Mejor Predicho} \\ &\quad \text{con la Distribución Beta} \end{aligned}$$

El nivel de significación a utilizar en el contraste planteado será de 10% ($\alpha = 0,10$).

Población y Muestra

Como se indicó anteriormente, se trabajará con los archivos de la GPE del IGVSb, se examinarán los expedientes de todos los proyectos ejecutados y en ejecución. Para los efectos y alcance de la investigación, sólo los proyectos concluidos al 31/12/03 y en cuya planificación original se haya utilizado algún método que contemple el uso de secuencias para las actividades, duración estimadas para las mismas basadas en tres puntos: media,

optimista y pesimista, y un cronograma donde se integren las premisas fundamentales del proyecto, serán considerados como parte de la población o universo.

A la fecha de realización de la investigación existen - de acuerdo con una revisión preliminar a los archivos de la GPE -, siete (7) proyectos concluidos en su totalidad y ajustados al criterio antes mencionado. De igual manera no existe posibilidad alguna que antes de la fecha de corte establecida culminen otros proyectos en la Institución que puedan aumentar la cantidad de casos a considerar.

Dada la cantidad de proyectos que cumplen con las condiciones requeridas por la investigación, se decide trabajar con la población total en lugar de efectuar un procedimiento de muestreo aleatorio que no tendría ningún sentido en un escenario como el planteado para el IGVSb en el período bajo análisis.

A los efectos del estudio se recopilará, como se mencionó anteriormente, toda la información relacionada con las actividades, secuencias, duración de las mismas, premisas, rutas críticas, duración total y cronograma de ejecución de cada uno de los siete (7) proyectos contratados y concluidos en la Institución en el lapso establecido.

Procedimiento

Recolección y Obtención de Datos

Cada proyecto posee un expediente en la GPE del IGVSb, compuesto por cinco partes: en la primera de ellas se almacena el término de referencia del proyecto con la duración total estimada y el equipo responsable por parte del IGVSb, en la segunda parte, se guarda lo relativo a la propuesta del contratado, con el cronograma de ejecución ajustado a los requerimientos y las premisas que lo sustentan, en la tercera parte, se almacenan las actas de inicio y cierre, los informes parciales, los formatos de seguimiento y control y los cambios del proyecto, en la cuarta parte, se guardan todas las comunicaciones contratante-

contratado y en la última parte, se guarda el contrato y las fianzas de anticipo y/o fiel cumplimiento. Adicionalmente, se guarda en formato electrónico los archivos utilizados para efectuar la planificación de los proyectos.

La investigación contempla la revisión exhaustiva de todos los expedientes de proyecto almacenados en la GPE del IGVSB, y con la ayuda de un formato, diseñado para tal propósito, se extraerán los siguientes elementos, los cuales servirán de base para los cálculos posteriores:

- ☐ Hitos (NH)
- ☐ Actividades (NA)
- ☐ Tareas (NT)
- ☐ Duración por Hitos (DH)
- ☐ Duración por Actividad (DA)
- ☐ Duración por Tareas (DT)
- ☐ Precedencias por Hitos (PH)
- ☐ Precedencias por Actividad (PA)
- ☐ Precedencias por Tareas (PT)
- ☐ Tiempo Estimado de Ejecución (TEE)
- ☐ Tiempo Real de Ejecución (TRE)

	NH	NA	NT	DH	DA	DT	PH	PA	PT	TEE	TRE
Expediente No.1											
Expediente No.2											
Expediente No.n											

Tabla 3.5. Formato de Recolección de Datos

El formato para recolectar la información requerida por cada proyecto que integra el estudio, considera a cada proyecto como un expediente, sobre el cual se levantará toda la información antes indicada en forma de matriz, como se mostró en la Tabla 3.5.

Una vez obtenida la información requerida de los expedientes de los distintos proyectos que integran la población en estudio, se procederá a estructurar en una hoja de cálculos la SMC con cada uno de los proyectos en consideración y bajo las distribuciones beta y triangular como base de las funciones que permitirán la realización de las interacciones contempladas para el estudio.

Estructura de los Archivos de Datos

La información relacionada con cada proyecto integrante de la población en estudio, será almacenada en una hoja de cálculos de la aplicación Excel XP. La filosofía subyacente en la misma, indica que cada archivo está conformado por un libro, el cual a su vez, está integrado por hojas. En el caso particular del estudio, habrá un archivo, libro, con siete hojas, cada una de las cuales contendrá la información relacionada con cada proyecto en consideración.

Cada columna de la hoja estará asociada con una variable en particular, de igual manera cada fila se referirá a alguno de los elementos en consideración. La estructura del archivo tendrá la configuración que se muestra en la Tabla 3.6. de la página siguiente.

<i>Exp.No.</i> <i>1</i>	Hitos	Actividad	Prec. A	op. A	M A	p. A	TEE	TRE
	1	Act. 1		1	3	7		
		Act. 2	1	4	5	8		
		Act. n	2	8	12	16	38	45

Tabla 3.6. Estructura del Archivo de Datos

<i>Elemento</i>		<i>Explicación</i>	<i>Expresado</i>
Exp.	=	Dato numérico que identifica al proyecto	Número
Hitos	=	Hitos del Proyecto	Nombre
Actividades	=	Actividades del Proyecto	Nombre
Prec. A	=	Precedencia en las Actividades	Número
op. A	=	Duración Optimista de la Actividad	Número
m. A	=	Duración Media de la Actividad	Número
p. A	=	Duración Pesimista de la Actividad	Número
TEE	=	Tiempo Estimado de Ejecución	Meses
TRE	=	Tiempo Real de Ejecución	Meses

Análisis de Datos

El contraste de hipótesis planteado será realizado con un nivel de significación de 10% ($\alpha = 0,10$), y se empleará el siguiente estadístico de prueba:

$$t_{\alpha} (n) \quad (3.5)$$

Siendo:

t_{α} = Estadístico de prueba

n = Grados de libertad

El estadístico se utilizará para aceptar o rechazar la hipótesis nula de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\text{Se rechaza } H_0, \text{ sí y sólo sí, } t > h \quad (3.6)$$

De donde:

$$h = t_{\alpha} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1 - 1} + \frac{S_2^2}{n_2 - 1}} \quad (3.7)$$

Siendo:

h = Valor Crítico

t_{α} = Valor del Estadístico ($\alpha = 0,10$)

S_1^2 = Varianza de la Muestra 1

S_2^2 = Varianza de la Muestra 2

n_1 = Tamaño de la Muestra 1

n_2 = Tamaño de la Muestra 2

Si el estadístico (t_{α}) se encuentra en la región de aceptación ($t_{\alpha} < h$), la hipótesis nula no podrá ser rechazada, en este caso H_0 es aceptada, es decir no habrá estadísticamente una diferencia significativa entre el número de proyectos mejor predicho con la distribución beta y triangular, con lo cual la hipótesis alternativa establecida en la investigación sería descartada.

Si por el contrario, el estadístico (t_{α}) se ubica en la región crítica ($t_{\alpha} > h$), la hipótesis nula es rechazada, en este caso, la hipótesis alternativa se confirmaría con los elementos obtenidos y se podría concluir de acuerdo con los resultados de la investigación, que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la cantidad de proyectos mejor predicho empleando como base de estimación las distribuciones beta y triangular, mostrando la primera de las referidas niveles de precisión significativamente mayores.

De acuerdo con la evidencia empírica encontrada en investigaciones recientes, donde se ha comprobado la bondad de ambas distribuciones de probabilidad, se ha concluido que la distribución beta proporciona una mayor precisión en la estimación de la duración total de los proyectos, lo cual configura el probable resultado a obtener con la investigación: *La SMC empleando la distribución beta proporciona la mayor cantidad de proyectos mejor predichos que la distribución triangular, debido a la naturaleza de los proyectos en el área geográfica, cartográfica y catastral en el País.*

2.- Marco Conceptual

Méndez (2001) señala que la función del marco conceptual es definir sin lugar a dudas el significado de los términos más comúnmente empleados en la investigación. En este sentido, existen en el ámbito en estudio, un conjunto de términos cuyo significado, para efectos de precisión, delimitación y enfoque conceptual, se hace pertinente su definición.

En este orden de ideas, se presentan a continuación los significados asumidos en la investigación para los siguientes términos:

Brecha

Diferencia absoluta entre la Esperanza Matemática ($E(x)$) de la función de distribución ($F(x)$) y el Tiempo Real de Ejecución (TRE) del proyecto. Se expresa en unidades temporales.

Cartografía

Es la disciplina que trata de las normas y procedimientos dirigidos al estudio, confección y elaboración de mapas, cartas y planos. Al ser la Tierra esférica ha de valerse de un sistema de proyecciones para pasar de la esfera al plano. (IGVSB, 2001)

Catastro

Herramienta que procura y garantiza la ordenación del espacio geográfico con fines de desarrollo, a través de la adecuada, precisa y oportuna definición de los tres aspectos más relevantes de la propiedad inmobiliaria: descripción física, situación jurídica y valor económico. (IGVSB, 2001)

Desempeño de Proyectos

Cumplimiento de la meta temporal del proyecto en el lapso estimado durante la fase de planificación del mismo. Se mide en función de la precisión del estimado temporal del proyecto. Para efectos del estudio, se utiliza la razón de desempeño temporal del proyecto de la GPE del IGVSB, indicada en la tabla I.1. (GPE, 2001)

Distribución de Probabilidades

Es aquella función $F(x)$ de la variable aleatoria que mide la probabilidad de que la misma sea menor o igual a un valor dado h . Es una función que representa los posibles resultados que se pueden obtener mediante la realización de un experimento aleatorio. (López, 2000)

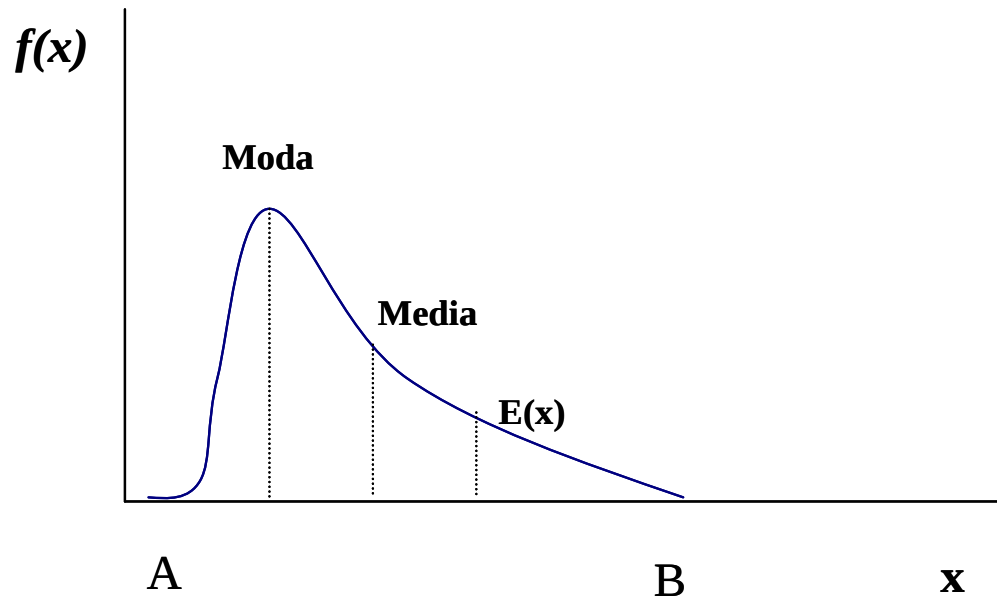
Distribución de Probabilidades Beta

Es una distribución continua caracterizada por dos parámetros (α y β) en un intervalo $[A, B]$, siendo $B > A \geq 0$. Es ampliamente usada para describir la incertidumbre asociada con la duración de las actividades en un proyecto. Tiene la siguiente función de Densidad: (López, 2000)

$$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \frac{(x - A)^{\alpha - 1}}{(B - x)^{\beta - 1}} \quad A \leq x \leq B$$

$$f(x) = 0 \quad x > B \text{ ó } x < A$$

Gráficamente, esta distribución puede adoptar una amplia variedad de formas, con distintas intensidades en su asimetría y en su curtosis.



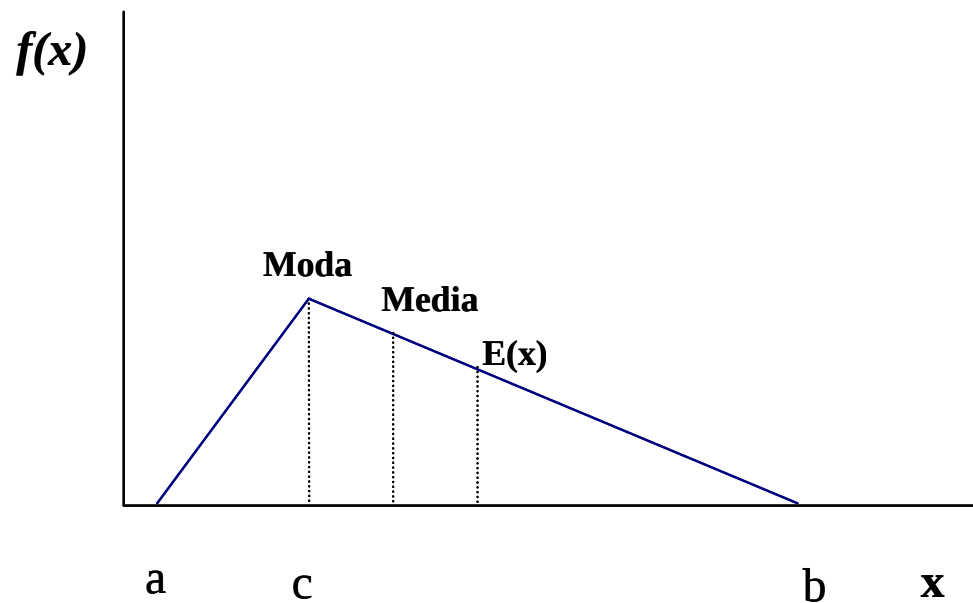
Distribución de Probabilidades Triangular

Es una distribución continua caracterizada en un intervalo $[a, b]$, siendo $b > a \geq 0$. Al igual que en el caso anterior, su uso es muy difundido para modelar el comportamiento de la variable temporal en un proyecto. Tiene la siguiente función de Densidad: (Berenzon y Levine, 1992)

$$f(x) = \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)} \quad a \leq x \leq c$$

$$f(x) = \frac{2(b-x)}{(b-a)(b-c)} \quad c \leq x \leq b$$

Gráficamente, presenta la siguiente forma.



Estimación

Predicción sobre el comportamiento de una variable. Es un proceso sistemático de pronóstico basado en el empleo de la teoría estadística. (Berenson y Levine, 1992).

Geografía

Ciencia que tiene por objeto el estudio de la superficie terrestre, la distribución espacial y las relaciones recíprocas de los fenómenos físicos, biológicos y sociales que en ella se manifiestan. (IGVSB, 2001)

Gerencia del Riesgo en los Proyectos

Un riesgo de un proyecto es un evento o condición inciertos que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto, como tiempo, costo, alcance o calidad, (es decir, cuando el objetivo de tiempo de un proyecto es cumplir con el cronograma acordado; cuando el objetivo de coste del proyecto es cumplir con el coste acordado; etc.). (PMI, 2004)

Denominada, en la investigación, ambivalentemente como Gestión de Riesgos, está integrada por los procesos de planificación, identificación, análisis cualitativo, análisis cuantitativo, respuestas y seguimiento y control a los focos de riesgos en un proyecto. Para los efectos de la investigación se centra en el aspecto del análisis cuantitativo específicamente en el empleo de las herramientas de simulación y modelado como es el caso de la simulación Monte Carlo.

Inconsistencias

Diferencia entre el Tiempo Real de Ejecución (TRE) y el Tiempo Estimado de Ejecución (TEE) del proyecto. Se expresa en unidades temporales y como porcentaje. (GPE, 2001)

Razón de Desempeño Temporal (RDT)

Indice obtenido como el cociente entre el tiempo real de ejecución (TRE) y el tiempo estimado de ejecución (TEE) del proyecto. (GPE, 2001)

Simulación Monte Carlo

Es un procedimiento que emplea un método estadístico, utiliza secuencias de números generados al azar basados en una distribución de probabilidades predefinida, para generar por medio de múltiples interacciones salidas del proceso. Los valores de las variables en este tipo de modelo sufren modificaciones aleatorias, dichas variaciones, se manejan mediante el uso de las distribuciones de probabilidad adecuadas a los propósitos. (Robert and Casella, 2002)

Tiempo Real de Ejecución (TRE)

Tiempo total empleado para completar el proyecto en términos de su alcance. Se expresa en unidad temporal. (GPE, 2001)

Tiempo Estimado de Ejecución (TEE)

Tiempo total estimado para completar el proyecto en términos de su alcance. Se expresa en unidad temporal. (GPE, 2001)

CAPITULO IV

MARCO TEORICO

Marco Teórico

El marco teórico, de acuerdo con Méndez (2001), permite ubicar el tema de investigación en una corriente del pensamiento, además de proveer una orientación sobre la posible contribución, del estudio en particular, en la generación de nuevos conocimientos en esa área del saber.

1.- Gerencia del Riesgo

Desde muy tempranas etapas, en la historia de la humanidad, la superstición, las creencias religiosas y el instinto poseían una marcada influencia en la toma de decisiones, tan acentuada era ésta que guiaba el accionar del hombre en su quehacer cotidiano - plegado por demás de situaciones riesgosas -. De esta época proviene el interés en conocer y anticipar los acontecimientos futuros que pudieran afectar hasta su propia existencia, para enfrentarlos con mayor propiedad y acierto en esta carrera por la subsistencia misma (Meredith and Mantel, 1995).

No fue sino hasta la edad del renacimiento, cuando dos famosos personajes, un caballero francés aficionado al juego y las matemáticas Blaise Pascal solicitó ayuda a un coterráneo y colega matemático Pierre de Fermat para resolver un problema, cuya solución llevaría a la formulación de la teoría de las probabilidades, considerada como el primer arte práctico del mundo moderno. Esta audaz creación intelectual, permitió al hombre por primera vez realizar estimaciones y tomar decisiones utilizando como base los datos numéricos, lo que sin lugar a dudas abrió paso a la cuantificación del riesgo, hecho sin

precedentes anteriores y de una trascendencia tal, que es considerado como la frontera entre el mundo moderno y el resto de la historia (Bernstein, 1996).

Mucha distancia temporal separa estos primeros desarrollos de la actualidad, no obstante, todas las herramientas empleadas hoy en día para gerenciar el riesgo, contienen elementos que van desde la estricta racionalidad de la teoría de los juegos hasta las exploraciones de la teoría del caos, desarrollos acontecidos durante los siglos XVII al XVIII, con dos importantes excepciones ocurridas fuera de este lapso; la primera de ellas a finales del siglo XIX referida al desarrollo de las regresiones por un ciudadano inglés llamado Francis Galton y la segunda acaecida en el siglo XX relacionada con la aplicación de la diversificación cuantitativa a la gerencia del portafolio por el norteamericano Harry Markowitz (Kerzner, 1996).

El intento por reducir el riesgo asociado con eventos futuros es lo que ha impulsado al hombre a emprender una cruzada que se ha propagado traspasando fronteras temporales, geográficas y académicas. En este afanoso transitar, la gerencia de riesgos se ha convertido en una poderosa herramienta para gestionar con un alto grado de éxito los eventos sobre los que no exista certeza, con lo cual se ha mejorado sustancialmente el desempeño de los proyectos, medido éste en función del cumplimiento de la metas fundamentales del mismo, tan relevantes son, que se habla en el ámbito de la triple restricción: *Tiempo, Costo y Alcance* (PMI, 2004). Aunque nunca se podrá eliminar completamente el riesgo asociado a un acontecimiento futuro, al anticiparlo y cuantificarlo se podrá estar en mejor condición para responder de forma inteligente cuando aparezcan sus primeras señales (Shepherd, 1999).

Antes de encarar formalmente la gerencia del riesgo como proceso, es importante tomar en consideración las previsiones que Weick y Sutcliffe (2001) efectuaron sobre la gerencia de lo inesperado (*Managing the Unexpected*), en la misma se establece el límite superior de las situaciones riesgosas, donde ambos autores coinciden en señalar que estas son gerenciales, más no previsibles. En este tipo de situaciones, según los mismos autores,

el comportamiento de las personas y la toma de decisiones es crítica y tiende a empeorar la situación creada.

El problema que genera lo inesperado, de acuerdo con los autores antes referidos, permite adquirir destrezas, que resultan en un condicionamiento psicológico convertido posteriormente en hábitos que disminuyen la erraticidad posible ante eventos inesperados.

En la Figura 4.1., se aprecia el continuo de las situaciones riesgosas y los límites superior e inferior de las mismas.

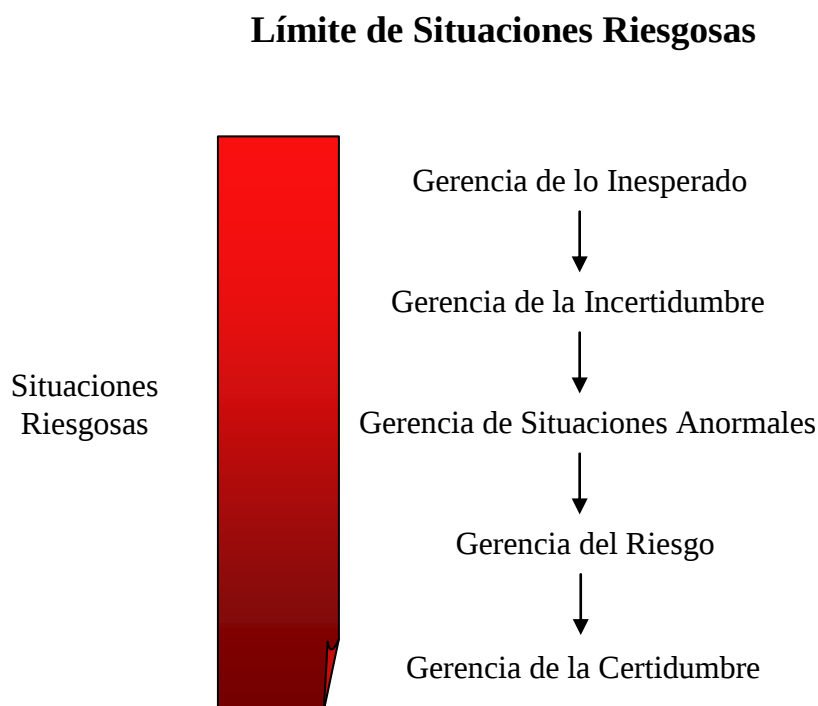


Figura 4.1. Clasificación de Situaciones Riesgosas. Cedita gentilmente por el Profesor Jorge Velazco, de UCAB. Fuente: Weick and Sutcliffe, 2001

Courtney, Kirkland y Viguerie (1999) plantean la necesidad de realizar, en ambientes de incertidumbre, estrategias configuradas complementadas con opciones, lo

suficientemente flexibles, que le permitan a las organizaciones una rápida modificación del rumbo, de igual manera plantean que, el empleo de modelos de simulación pueden ser útiles en la comprensión de las complejas interacciones que se producen en determinados mercados bajo dichas condiciones.

El límite inferior, de las situaciones riesgosas, representa según Kerzner (1998) el escenario más sencillo de trabajo; la toma de decisiones se realiza bajo condiciones de certidumbre, se asume que toda la información necesaria está disponible para asistir en la toma de decisiones correcta y los resultados pueden ser predichos con un alto nivel de confianza.

En el ámbito de los proyectos, y en muchos otros, lo anterior no es una situación que representa lo común, de hecho, fenómenos como la globalización, la tecnología de la información, el desarrollo tecnológico, la creación de superautopistas virtuales, las comunicaciones, etc, permiten en tiempo real compartir datos, imágenes y sonidos a escala mundial (Toro, 2002), lo cual ha generado mercados cada vez más competitivos, dinámicos y en condiciones de poca certidumbre, incrementando los niveles de riesgo subyacentes en los proyectos (Jones, 2000), de allí que la toma de riesgos, es parte de una estrategia que por sí sola no constituye un problema o dificultad, pero ignorar las potenciales consecuencias adversas de éstos sí lo es (Simons, 1999).

En un entorno signado por los cambios, como el actual, la gerencia del riesgo ha cobrado mayor vigencia e importancia de hecho, la probabilidad de éxito de un proyecto - entendido éste como el cumplimiento de sus metas fundamentales - aumenta de forma directa con su uso (Royer, 2000), y es que los proyectos tienen una particularidad que necesariamente influye sobre la planificación de los mismos; son efectuados en términos generales para producir cambios, éstos a su vez generan cambios en el mismo proyecto que pueden eventualmente convertirse en problemas. Bajo estas condiciones, es inevitable el riesgo que la duración total del proyecto y por ende el costo, sea mayor que el estimado

(Curmudgeon, 1994), de allí la necesidad de elegir con mucha cautela el método a emplear para elaborar los estimados del proyecto (Bowers, 1994).

La gerencia del riesgo en la fase de planificación, provee dos estimados medulares para la posterior ejecución del proyecto, con sus respectivos análisis probabilísticos: la duración total del proyecto y el costo total de éste. Además provee un marco de referencia analítico por pasos o procesos que permiten estructurar desde esta misma fase las medidas a tomar para los riesgos identificados y sus potenciales impactos, así como un esquema sistemático de análisis para cuando se presente algún evento adverso al proyecto y que no haya sido previsto (Ward, 1999).

De allí, que es una condición necesaria para alcanzar las metas del proyecto efectuar durante la fase de planificación, la gerencia del riesgo; no hacerlo implica jugar a la ruleta rusa durante la etapa de ejecución (Farrel, 1994), de hecho, se afirma que uno de los elementos más trascendentes e importantes en la gerencia del riesgo, es la estimación de la duración total del proyecto y máxime cuando existe un amplio consenso en el ámbito, en cuanto a su necesidad y el beneficio que aporta la misma como soporte durante la fase de ejecución del proyecto (Fleming and Koppelman, 1994).

Es tal la importancia de éste proceso, que la diferencia entre un proyecto exitoso y otro que no lo es, se mide por la utilización efectiva y eficiente de los recursos, de allí que la función de costos del proyecto incluye el tiempo y el alcance. Cuando se examina el costo en función del tiempo, *ceteris paribus*¹, se obtiene una relación óptima, donde los costos del proyecto son mínimos, si la duración excede ese nivel, se incurre en ineficiencias y el costo aumenta (Lewis, 1995).

Independientemente del camino elegido para gerenciar el riesgo en planificación, el uso de una distribución de probabilidades, en el caso de la meta temporal, arroja para cada tarea y en su conjunto para el proyecto, un estimado estocástico. De allí, que la

¹ Expresión en latín cuyo significado expresa que la influencia de todas las demás variables permanece constante

duración de la actividad se asume como una variable probabilística que se ve influenciada por la incertidumbre, la cual es descrita mediante una distribución de probabilidades apropiada (Robert and Casella, 2002).

La gerencia del riesgo en la fase de planificación, con especial énfasis en la estimación probabilística de los tiempos de ejecución con una distribución adecuada, va a impactar de manera determinante la precisión de los estimados a obtener, lo que constituye una condición necesaria para garantizar cierto grado de éxito en la realización de los proyectos (Zambrano and Briones, 1996).

De igual manera, se plantea como complemento a lo anterior, extremar el cuidado y sistematizar el proceso de gerencia del riesgo en la planificación (Matthews, 1994). En todo caso, el riesgo de un proyecto considerado individualmente puede ser impactado positivamente cuando se combina con otros proyectos sin ninguna correlación, ya que el efecto global compensa los riesgos individuales (Farell, 1994).

Con independencia del método a emplear en la gerencia del riesgo en la planificación de proyectos, luego de identificar el riesgo se hace necesaria su cuantificación, para lo cual se utiliza una asignación de probabilidades que usualmente va desde un 85% para la definición de alta probabilidad de ocurrencia, 50% para la media y 15% para la baja (Jones, 2000).

Existe en el ámbito de la Dirección de Proyectos, como cuerpo de conocimientos integrados, un consenso sobre los múltiples beneficios que provee el empleo de la Gerencia del Riesgo, realizar ésta de manera sistemáticamente incrementa el entendimiento de las incertidumbres relacionadas con el proyecto, permite a la organización asignar responsabilidades a las partes que son capaces de manejar los riesgos, ayuda a recopilar contratos más apropiados, permite formular planes más realistas incrementando la probabilidad de alcanzar las metas del proyecto, brinda apoyo a la toma de decisiones de la alta gerencia cuando asigna los recursos entre varios proyectos e incrementa la habilidad de la organización para tomar riesgos. (Vähäkylä, Kuusmanen y Saari, 2002).

2.- Riesgo en los Proyectos

Un riesgo de un proyecto es un evento o condición inciertos que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto, como tiempo, costo, alcance o calidad. (PMI, 2004), es decir, el impacto del riesgo puede ser verificado en el desempeño del proyecto, el cual es medido en función de cuatro ejes fundamentales que se corresponden con las macro metas en los proyectos (Mehr, 1994).

Es importante destacar que en la definición de riesgo antes referida subyace entre líneas el término incertidumbre, el cual es esencial para su completa y cabal comprensión de hecho, se afirma que el riesgo y la incertidumbre tienen una relación funcional directa (Greene and Serbein, 1997), como se destaca en la Figura 4.2.

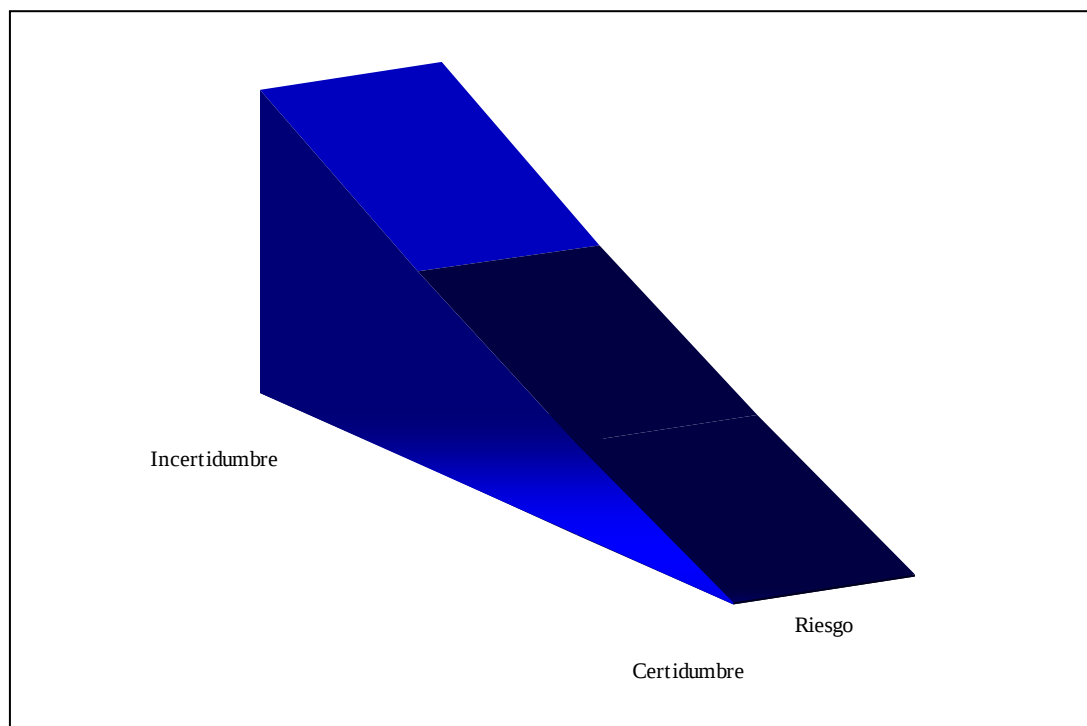


Figura 4.2. Relación Riesgo / Incertidumbre

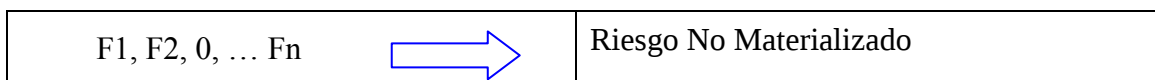
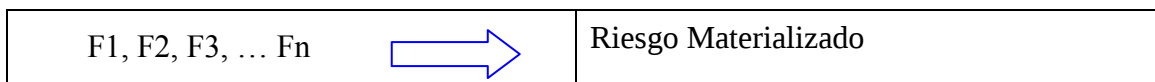
De otra manera:

$\text{Riesgo} = F(\text{Incertidumbre})$

La expresión anterior, da cuenta de la relación directa que existe entre el riesgo y la incertidumbre; a mayor incertidumbre, entendida esta como la falta total de información sobre determinado acontecimiento, mayor riesgo. Por el contrario, la certidumbre relacionada con determinado acontecimiento reduce el riesgo asociado con el mismo a su mínima expresión.

En la materialización de todo riesgo, de acuerdo con la teoría de la causalidad múltiple, confluyen una serie de factores desencadenantes del proceso, la desaparición o el control de al menos uno de ellos puede evitar la ocurrencia del evento adverso o indeseable (Verger, 1999).

Si se considera lo anterior, se evidencia lo siguiente:



Siendo:

F_n = Factor desencadenante

0 = Factor Controlado

Es importante destacar que en el ámbito de los proyectos, en términos generales, existen de acuerdo a su naturaleza dos tipos de riesgos (Diekmann et al, 1996):

i).- Riesgos Identificables

ii).- Riesgos No Identificables

i).- Riesgos Identificables

Aquellos que pueden ser perfectamente reconocibles en las distintas fases del proyecto y por tanto se pueden efectuar supuestos sobre los mismos. En la mayoría de los casos son muy visibles y evidentes para los involucrados en el proyecto.

ii).- Riesgos No Identificables

Aquellos riesgos relacionados directamente con el azar, sobre los cuales no se pueden levantar supuestos específicos. Se tiene noción de ellos cuando es muy evidente su ocurrencia o cuando ocurren.

A lo interno de la clasificación anterior, de riesgos, existen a su vez dos categorías complementarias basadas en su origen (Snider, 1994):

a).- Riesgos Internos

b).- Riesgos Externos

a).- Riesgos Internos

Aquellos inherentes al propio proyecto y por tanto, susceptibles de ser gerenciados de manera directa por el equipo de proyecto. Están asociados regularmente con las metas temporales, de costos, alcance y calidad

b).- Riesgos Externos

Aquellos que están relacionados con el entorno, es decir, factores que están más allá del ámbito del proyecto, de manera tal, que el equipo de proyecto no puede actuar sobre estos de forma directa.

Estas categorías de riesgo, a su vez, puede ser subdividida en dos grandes componentes del mismo (Royer, 2000):

i).- Riesgos Puros o Aleatorios

ii).- Riesgos Especulativos o Empresariales

i).- Riesgos Puros o Aleatorios

Relacionados exclusivamente con el azar. La exposición a este tipo de riesgos es involuntaria.

ii).- Riesgos Especulativos o Empresariales

Relacionados con la ejecución del proyecto, son inherentes al mismo. En términos generales la exposición a este tipo de riesgos es voluntaria.

La Figura 4.3., de la página siguiente, muestra la agrupación de riesgo por cada categoría mencionada. Cada categoría de riesgo hace alusión a un conjunto particular de factores que pueden comprometer el desempeño del proyecto en término de sus metas más sensibles, *Alcance, Tiempo y Costo*.

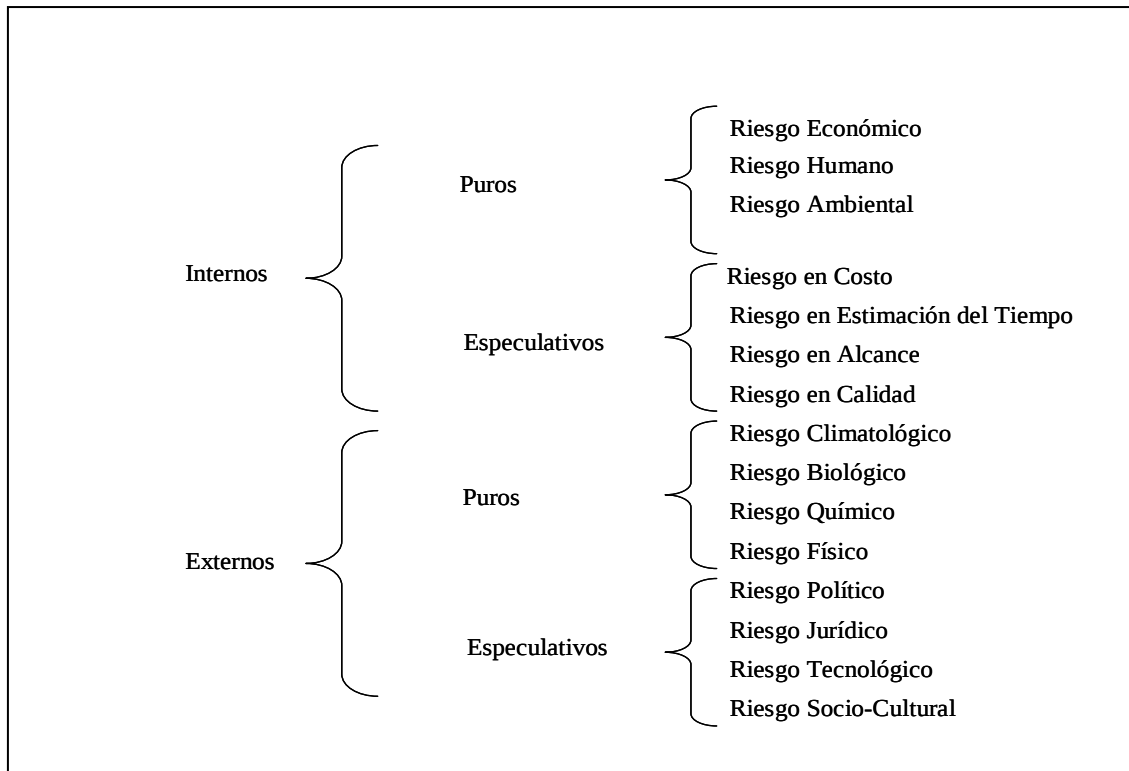


Figura 4.3. Categorías de Riesgo en los Proyectos

3.- Simulación Monte Carlo

En muchos casos la evaluación de expectativa en un amplio espacio no es posible por el uso de los métodos analíticos convencionales, en estas situaciones sólo se apoyan en la aproximación por el uso de la simulación (Evans and Olson, 1998).

Al hablar de la expresión Monte Carlo, inmediatamente se asocia con un conjunto de métodos estadísticos o estocásticos de simulación, donde ésta es definida en términos absolutamente generales, expresando cualquier método que utilice una secuencia de

números al azar, de allí que es más adecuado utilizar la expresión métodos Monte Carlo en plural (Rhoads, 2002).

Estos métodos se han empleado por siglos, han sido depurados y mejorados a partir de muchas experiencias y desarrollos teóricos. Los métodos tal como se conocen hoy en día han sido bautizados y desarrollados de manera sistemática a partir de los años cuarenta del siglo pasado, con ocasión del denominado proyecto Manhattan realizado en el laboratorio de los Alamos, para la creación de la bomba atómica durante la segunda guerra mundial, se asocia con los nombres de Fermi, John von Neumann y Stanislaw Ulam y de forma más concreta con el algoritmo introducido al comienzo de los años cincuenta por los científicos N. Metrópolis, A. Rosenbluth, M. Rosenbluth, A. Telles y E. Telles, posteriormente generalizado por Hastings en la década de los setenta también en el siglo XX (Ponce, 2004).

El nombre de Monte Carlo se utilizó como palabra clave o código secreto en el proyecto antes señalado, hace alusión a un casino de siglo XIX ubicado en la ciudad de Mónaco, donde los juegos de la ruleta y el póker eran las principales atracciones, el común denominador de ambos, era la generación números al azar, que es el principio que origina Monte Carlo, de allí la elección del nombre (Fishman, 1996).

En términos generales, los métodos de simulación Monte Carlo aplican el siguiente procedimiento (Carrasco y otros, 2000):

- 1.- Se especifican las distribuciones de probabilidad para las variables aleatorias relevantes.
- 2.- Se incluyen posibles dependencias entre variables.
- 3.- Se muestrea el valor de las variables aleatorias.

- 4.- Se calcula el resultado del modelo según los valores del muestreo (iteración) y se registra el resultado.
- 5.- Se repite el proceso hasta tener una muestra estadísticamente representativa.
- 6.- Se obtiene la distribución de frecuencias del resultado de las iteraciones.
- 7.- Se calcula la media, desviación y curva de percentiles acumulados.

El advenimiento de la capacidad de cómputo masiva y económica, conjuntamente con el progreso de la estadística aplicada, han estimulado muchos adelantos en el campo de la simulación secuencial de Monte Carlo. En la actualidad para la gerencia del riesgo en proyectos, principalmente se emplean dos derivaciones básicas (Kautt and Wieland, 2004):

- a).- Monte Carlo Tradicional
- b).- Monte Carlo Latin Hipercube

Ambos están basados en la experimentación sobre las variables susceptibles al azar, particularmente sobre la duración de las actividades, por lo cual se sustenta en el muestreo y en la generación de números aleatorios.

Estos métodos convergen a la misma solución cuando la cantidad de interacciones presentes en la simulación es muy grande en otras palabras, cuando se usan miles de interacciones se puede tener la misma respuesta por ambos procedimientos. Sin embargo, cuando la cantidad de interacciones es pequeña, menos de 1.000, el método Latin Hipercube es más preciso (Rubinstein, 1996).

El procedimiento empleado por ambos método, para efectuar la simulación y obtener la duración estimada en un proyecto, es común y se basa en el siguiente procedimiento general (Hulett, 2000):

- 1.- Define una distribución de probabilidades sobre la cual la variable aleatoria podrá adoptar diversos valores de acuerdo con la estructura de la distribución seleccionada.
- 2.- Utiliza un estimado de duración por actividad acompañado de una probabilidad media (pm) de ocurrencia para éste. De igual manera, requiere un valor de probabilidad de duración optimista (pa) y otro pesimista (pb).
- 3.- Establece un intervalo de números aleatorios basados en el estimado de duración y en las probabilidades media (pm), optimista (pa) y pesimistas (pb) para la variable.
- 4.- Genera números aleatorios dentro del intervalo que representan potenciales estimados de duración para cada actividad incluida en el proyecto, generando distintos caminos críticos.
- 5.- Simula una serie de ensayos con los valores generados y estima la fecha de finalización del proyecto, utilizando para ello el camino crítico más probable en las distintas ejecuciones.
- 6.- Construye una distribución acumulada de probabilidades y estima un intervalo de confianza para la posible fecha de finalización del proyecto, basado en todas las interacciones efectuadas.

a).- Monte Carlo Tradicional

Se basa en el muestreo al azar de los datos en la distribución de entrada y de múltiples interacciones sucesivas del modelo hasta que una distribución estadística significativa de salida se obtiene luego de finalizado el número de interacciones programadas.

Se inicia el proceso con un número inicial denominado semilla, con la distribución de probabilidades seleccionada se van generando nuevos valores y se construye para cada uno la red del proyecto con los cálculos de la ruta crítica. Estas interacciones se repiten por n veces y en cada una se recogen los resultados para generar una nueva distribución de probabilidades para el proyecto. Estimándose un conjunto de fechas de finalización para el mismo con un valor de probabilidades y un intervalo de confianza.

En la Figura 4.4. se muestra una curva de la frecuencia de la distribución normal, en ella se observa el muestreo de Monte Carlo Tradicional con ocho muestras. La altura de la distribución indica la probabilidad de un valor particular de esa región. Las primeras ocho muestras se ubican naturalmente alrededor de la media - punto más alto en una distribución normal -. Los valores periféricos de la muestra no aparecen y tomará muchas interacciones antes de que un valor aparezca en cualquiera de las dos áreas periféricas.

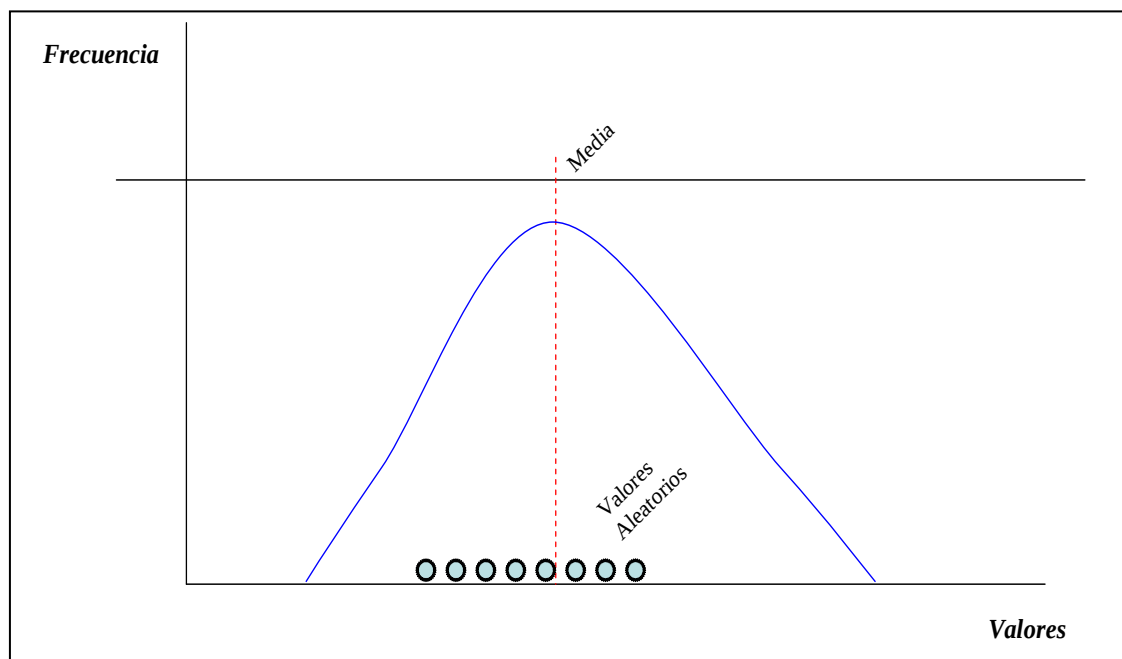


Figura 4.4. Muestreo Monte Carlo Tradicional. Fuente: Kautt and Wieland, 2004

b).- Monte Carlo Latin Hypercube

Este método al igual que el anterior, implica el muestreo al azar de los datos en la distribución de entrada y de múltiples interacciones sucesivas del modelo hasta que una distribución estadística significativa de salida se obtenga luego de finalizado el número de interacciones programadas. La diferencia con el método tradicional, radica en que el muestreo aleatorio es estratificado, para lo cual se divide la distribución de probabilidades en áreas o segmentos de igual probabilidad, siguiendo el siguiente procedimiento:

- 1.- Se segmenta la distribución de probabilidad acumulada $F(x)$ en n intervalos (donde n es el número de iteraciones a realizar).
- 2.- Se genera un número aleatorio que corresponderá a un determinado segmento de $F(x)$.
- 3.- Se genera un segundo número aleatorio para determinar el punto preciso del muestreo dentro de ese intervalo $F(x)$.
- 4.- Se calcula el valor de x correspondiente a la Función Inversa $G(F(x))$.
- 5.- Se repite el proceso en la segunda iteración, pero descartando el segmento ya muestreado.
- 6.- Se repite el proceso hasta completar el número de iteraciones requerido de la muestra.

La ventaja de este procedimiento es que las muestras escogidas al azar están generadas de la gama de posibles valores, así se da la oportunidad de que los valores extremos de las distribuciones de la probabilidad estén presentes en el muestreo.

El procedimiento que sigue este método es exactamente igual al anterior, implica iniciar el proceso con un número inicial denominado semilla, con la distribución de probabilidades seleccionada se van generando nuevos valores en cada segmento y se construye, para cada uno, la red del proyecto con los cálculos de la ruta crítica. Estas interacciones se repiten por n veces y en cada una se recogen los resultados para generar una nueva distribución de probabilidades para el proyecto y se estiman un conjunto de fechas de finalización para éste con un valor de probabilidades y un intervalo de confianza.

En la Figura 4.5. se muestra un diagrama de la frecuencia de la distribución normal, en el se aprecia el muestreo de Monte Carlo Latin Hipercube con ocho muestras.

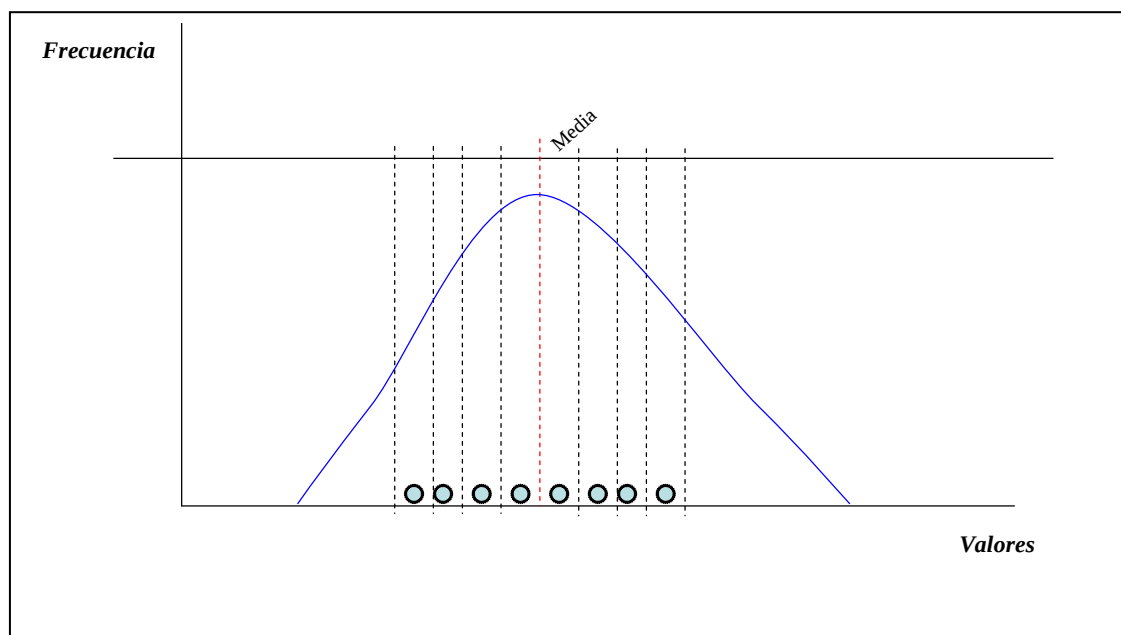


Figura 4.5. Muestreo Monte Carlo Latin Hipercube. Fuente: Kautt and Wieland, 2004

Premisas Básicas de Monte Carlo

Los métodos de Monte Carlo asumen una serie de premisas que lo sustentan y permiten efectuar las estimaciones requeridas para calcular la fecha de finalización del proyecto (Kalos and Whitlock, 1996). Estas premisas se resumen a continuación:

- 1.- Todas las actividades para completar el proyecto están debidamente identificadas y secuencializadas de acuerdo con una prelación lógica.
- 2.- La duración de cada actividad es una variable aleatoria e independiente.
- 3.- La duración incierta de cada actividad puede ser descrita utilizando una distribución de probabilidades definida. Emplea como distribución base una *triangular* que es unimodal, continua y con valores finitos y no negativos.
- 4.- Existe sólo un estimado de duración por actividad que requiere la aplicación de tres valores de probabilidad: *optimista, medio y pesimista*.
- 5.- El camino crítico siempre requiere un tiempo total de culminación mayor que cualquier otra ruta del proyecto.

El fundamento racional para utilizar la técnica de simulación Monte Carlo es la búsqueda por adquirir conocimientos que permitan reducir la incertidumbre y predecir el comportamiento de la variable temporal con mayor precisión (Barr, 1996), con lo cual, se da cobertura a tres de las principales fuentes de riesgo en la fase de planificación de

proyectos: Estimados, Incertidumbre y Precisión (Hulett, 1995) (Dey et al, 1994) (Ivorra, 2002).

El uso de las herramientas computacionales se ha extendido considerablemente en los últimos años, la masificación y cada vez más poderosa plataforma informática ha abaratado los costos de planificar y gerenciar adecuadamente el riesgo del proyecto desde esta fase, incrementando la precisión de los estimadores de forma radical, lo cual ha extendido aún mucho más su utilización desde las más tempranas etapas del mismo (Douglass, 1998). No obstante, se debe considerar que los reportes que ofrecen estas herramientas nunca podrán ser mejores que la data que le da origen (Sigurdson, 1996), es por ello que en la estimación de la duración de cada actividad se debe utilizar un rango de valores basados en factores objetivos tales como, información histórica y factores subjetivos, tales como experiencias previas de los involucrados (Durrenberger, 1999).

En el ámbito de la Dirección de Proyectos, existe una clara inclinación por el uso de las técnicas basadas en el empleo de sistemas computarizados como herramientas auxiliares para gerenciar el riesgo, como es el caso de la simulación Monte Carlo y el método Program Evaluation and Review Technique, mejor conocido por sus siglas en inglés como PERT. De hecho, ambas herramientas acaparan las preferencias de los gerentes de proyecto consultados en un estudio practicado a más de treinta y siete gerentes distribuidos en cinco grandes sectores: *Industria de Defensa, Consultores Gerenciales, Sistemas de Información Tecnológica, Telecomunicaciones y Contratistas en el Area de Ingeniería*. El método Monte Carlo aglutinó el 72% y el método PERT el 64% de las preferencias, con la salvedad que las respuestas al estudio no son excluyentes ya que, un gerente de proyectos puede utilizar más de un método a la vez (Simister, 1994).

Se hace evidente que el entorno de los proyectos, así como sus particularidades, generan incertidumbre sobre el cumplimiento de las metas fundamentales del mismo, en particular, el tiempo de ejecución. De allí, que el empleo de herramientas como la simulación Monte Carlo, ampliamente difundida y aceptada en el ámbito académico y en el

mundo de los negocio, permitan analizar con profundidad una situación asociada con la incertidumbre, la cual es descrita de manera precisa con el empleo de una distribución de probabilidades cónsona con la variable en consideración (Fiorito, 2004).

La subestimación del tiempo de ejecución es un riesgo permanente en el ámbito de los proyectos, de hecho, los resultados de un estudio practicado a empresas tecnológicas, específicamente de desarrollo de software, pudo determinar que el 80% de los proyectos en el área excede la duración estimada. Aunque esto se correlaciona con múltiples factores, los problemas asociados con las fallas en la estimación de la duración de los mismos pudiera constituir el epicentro del fenómeno (Weiler, 1998).

4.- Area Geográfica

En el ámbito geográfico, el equilibrio territorial se erige como una política de Estado, democrática e innovadora, que permite una adecuada organización espacial, político y administrativa, bajo una nueva concepción de la planificación con autonomía para la gestión territorial, que parte de lo local a lo regional en la interacción de planes que posibilitan la construcción de un proyecto nacional, basado en el reconocimiento y valoración de la diversidad cultural y la proyección espacial de las políticas sociales, económicas y ambientales de la sociedad, proponiendo un nivel adecuado de bienestar de la población y la conservación del ambiente para las generaciones venideras. (Gutiérrez y Gould, 1996).

Son múltiples los enfoques y modelos conceptuales empleados para abordar un tema en extremo complejo como el equilibrio territorial con fines de desarrollo, sin embargo, en su gran mayoría todos hacen uso de un trinomio sustentado en: la geografía, la cartografía y el catastro. (Barredo, 1996).

Los hechos y fenómenos geográficos no son constantes en la naturaleza, experimentan variaciones y son distintos de un medio a otro, presentan gran dinamismo

según los factores que los afecten y el medio donde se desarrollen, de allí que la geografía convierte la interrelación entre el hombre y en medio, en un espacio y tiempo determinado, en su principal objeto de investigación. (Arocha, 1994).

El desarrollo sostenido de un país solo es posible si se fundamenta sobre una base cartográfica adecuada. Los productos que se generan a través del proceso cartográfico permiten evaluar los recursos con que se cuenta para llevar a cabo planes de desarrollo a nivel local, regional y nacional. De allí, que la cartografía aplica un conjunto de técnicas, metodologías e instrumentos de medición destinados a la confección de mapas, cartas y planos, constituyéndose así, en el principal, más efectivo y versátil medio de registro para la representación objetiva de los recursos básicos de un país. (Figuerola, 1997).

En el empeño por procurar y garantizar la adecuada ordenación del espacio geográfico con fines de desarrollo, el catastro toma en consideración de manera precisa y oportuna la definición de los tres aspectos más relevantes e inherentes a la propiedad inmobiliaria: la descripción física, la situación jurídica y el valor económico. En este sentido, se considera al catastro, como un sistema de información, basado en la realidad del inmueble, como base para el desarrollo económico y social, la administración de la tierra, la planificación urbana y rural, el monitoreo ambiental, y en sentido amplio, para el desarrollo local, regional y nacional. (Cebrián, 1992).

El área geográfica, en los últimos años, se ha nutrido del enorme avance tecnológico experimentado por la humanidad, en especial en el campo de la informática como una potente herramienta, para crear los denominados Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permiten integrar diversos tópicos geográficos, cartográficos y catastrales en una base de datos a la cual se accesa por medio de sistemas informáticos (Comas y Ruiz, 1993).

Tan acentuada es la influencia informática, en los años recientes, que para Buzai (1997) generan en el ámbito geográfico transformaciones de tal magnitud que crean nuevas

sub-áreas dentro de la misma, tal como, es el caso de la denominada Geoinformática o Geomática como también se le denomina.

Los procesos de planificación y ordenación del territorio encuentran en los Sistemas de Información Geográfica un valioso instrumento de apoyo para el tratamiento, análisis y síntesis de la información requerida. Dicha tecnología, basada en el manejo integrado de información gráfica y tabular, cobra mayor vigencia e importancia en procesos complejos de toma decisiones, que requieren la verificación de datos provenientes de distintas fuente cartográficas, registros sistemáticos y documentos diversos, a partir de cuya interacción es posible lograr una visión integral de los fenómenos estudiados (Tomlin, 1990).

En este sentido, modelos tales como “Hombre-Naturaleza” establecido por Molina y colaboradores (1999) posibilitan integrar los temas planteados, simplificando conceptualmente el espacio geográfico, en un contexto informático relacionado con la vinculación de la estructura territorial y socio-productiva mediante en establecimiento de vínculos que se definen en base sobre las capacidades y aptitudes del medio físico. Este esquema se organiza en cuatro subsistemas básicos: Ecológico (agua, aire, relieve, vegetación, fauna, hombre con sus aptitudes y limitaciones), Valores (normas, leyes), Actividades (actividades económicas desarrolladas por el hombre en los sectores: primario, secundario y terciario) y Espacios Adaptados (carreteras, embalses, canales, ciudades y en general la infraestructura construida).

CAPITULO V

DESARROLLO Y ANALISIS DEL PROYECTO

1.- Resultados de la Investigación

Luego de efectuar una revisión, minuciosa y exhaustiva, de cada uno de los expedientes de los distintos proyectos, llevados a cabo en la GPE del IGVSB, para el período analizado se pudo corroborar la información preliminar relacionada con la cantidad total de proyectos culminados en la Institución en el lapso establecido para la investigación.

	NH	NA	NT	DH	DA	DT	PH	PA	PT	TEE	TRE
Expediente No.1	6	36	263	Si	Si	Si	Si	Si	Si	12	25
Expediente No.2	5	42	315	Si	Si	Si	Si	Si	Si	22	27
Expediente No.3	2	18	92	Si	Si	Si	Si	Si	Si	8	14
Expediente No.4	4	22	156	Si	Si	Si	Si	Si	Si	10	18
Expediente No.5	3	28	162	Si	Si	Si	Si	Si	Si	18	21
Expediente No.6	6	38	276	Si	Si	Si	Si	Si	Si	14	24
Expediente No.7	8	30	208	Si	Si	Si	Si	Si	Si	18	23

Tabla 5.1. Proyectos Culminados en el IGVSB al 31/12/03

Siendo:

- ☐ Hitos (NH)
- ☐ Actividades (NA)
- ☐ Tareas (NT)

- ❑ Duración por Hitos (DH)
- ❑ Duración por Actividad (DA)
- ❑ Duración por Tareas (DT)
- ❑ Precedencias por Hitos (PH)
- ❑ Precedencias por Actividad (PA)
- ❑ Precedencias por Tareas (PT)
- ❑ Tiempo Estimado de Ejecución (TEE)
- ❑ Tiempo Real de Ejecución (TRE)

Como se recoge en la Tabla anterior, en los archivos de la GPE del IGVSb, a la fecha de corte establecida hay un total de siete (7) proyectos que cumplen con las condiciones prefijadas para integrar la muestra del estudio.

Es importante destacar que la cifra indicada anteriormente se refiere a todos aquellos expedientes donde reposaba, al momento de hacer la revisión, el acta de cierre o finalización debidamente firmada por las partes involucradas lo cual agrega al proyecto la conformidad por parte del IGVSb y el aval oficial a los resultados provistos por el mismo.

En función de la RDT, para los proyectos en consideración, se muestra la Tabla 5.2. que agrupa los distintos resultados en atención a las categorías contempladas en la Tabla 1.1. del Capítulo I. En la tabla siguiente se exhibe la cantidad de proyectos por intervalo de la RDT.

	Cantidad de Proyectos	Porcentaje
Muy Insatisfactorio	3	43
Insatisfactorio	3	43
Satisfactorio	1	14
Muy Satisfactorio	0	0

Excelente	0	0
-----------	---	---

Tabla 5.2. RDT de los Proyectos Concluidos en el IGVSB al 31/12/03

Las Figuras 5.1. y 5.2., de la página siguiente, muestran la información relacionada con los resultados obtenido de la aplicación de los 1.200 ciclos de la SMC al proyecto identificado con el expediente número 1. La primera, de las referidas, bajo la distribución de probabilidades beta y la segunda bajo la distribución triangular.

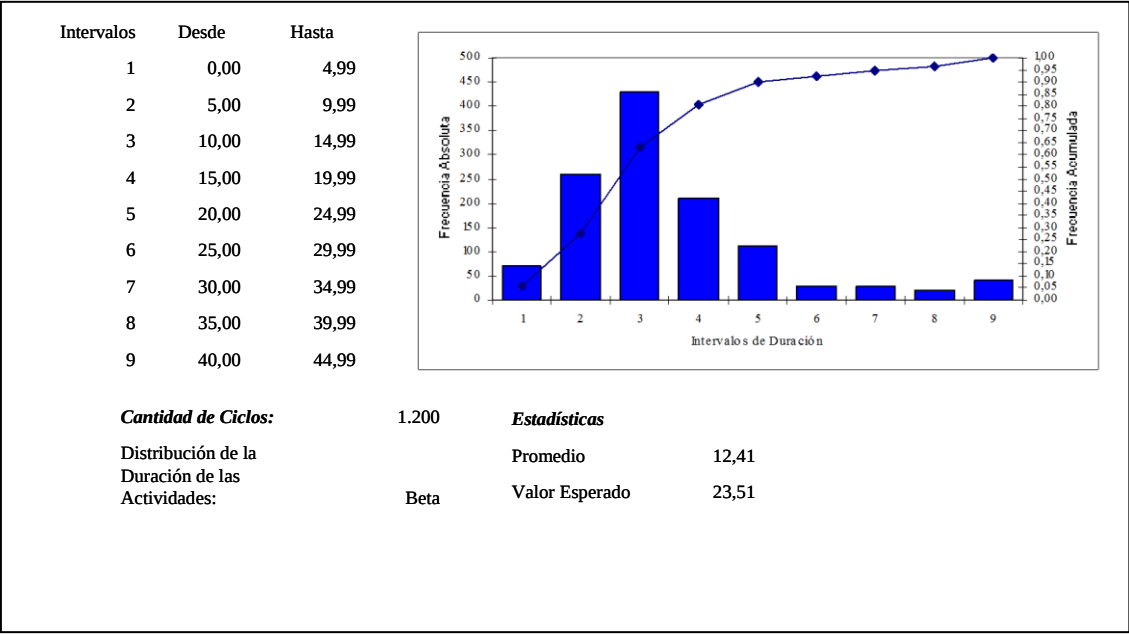


Figura 5.1. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 1

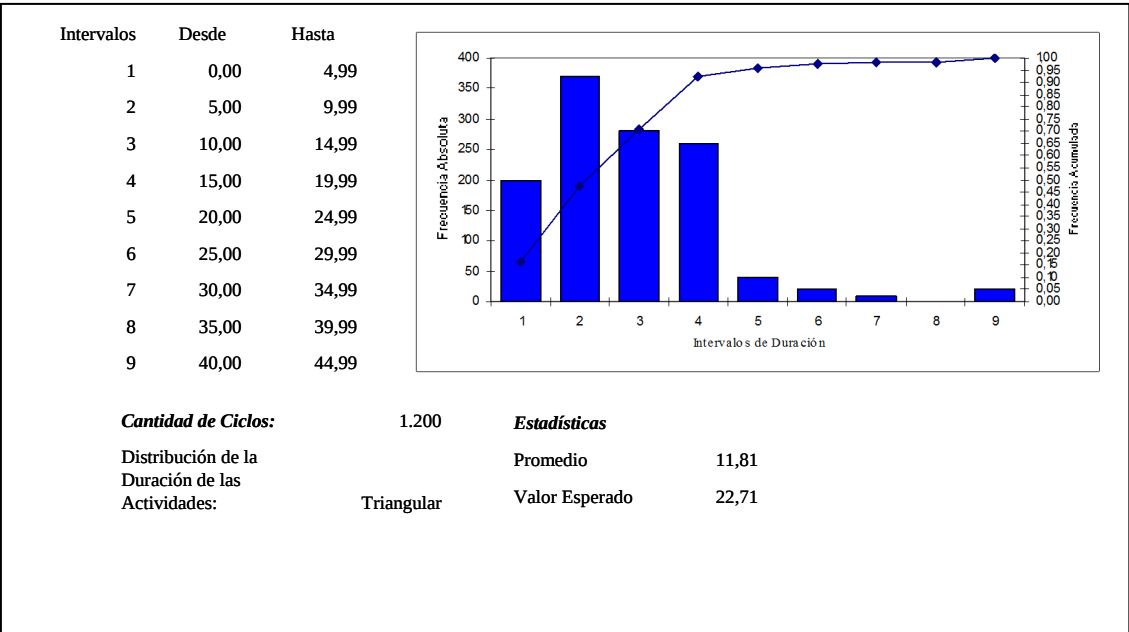


Figura 5.2. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No. 1

De acuerdo con los resultados, mostrados en las figuras precedentes, la diferencia absoluta entre el TRE del proyecto No. 1 y los TEE, provistos por la esperanza matemática o valor esperado ($E(x)$) generados a partir de la SMC y el empleo de las distribuciones beta y triangular, se muestran en la Tabla 5.3.

	Distribución Beta	Distribución Triangular
Proyecto 1	1,49	2,29

Tabla 5.3. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE

Las Figuras 5.3. y 5.4. exhiben la información relacionada con los resultados obtenido de la aplicación de los 1.200 ciclos de la SMC al proyecto identificado con el expediente número 2. La primera, de las referidas, bajo la distribución de probabilidades beta y la segunda bajo la distribución triangular.

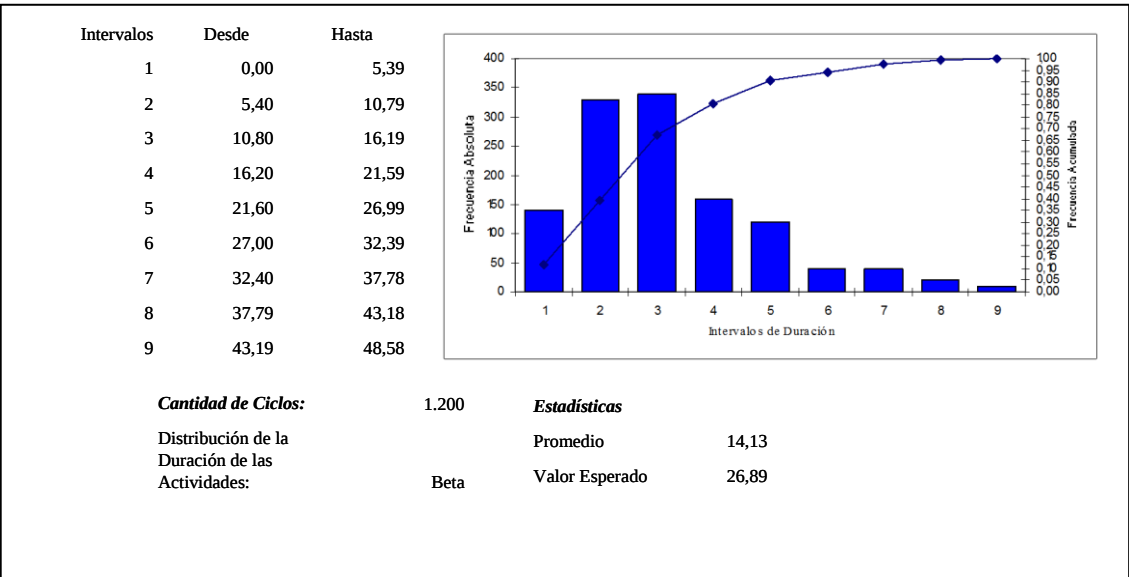


Figura 5.3. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 2

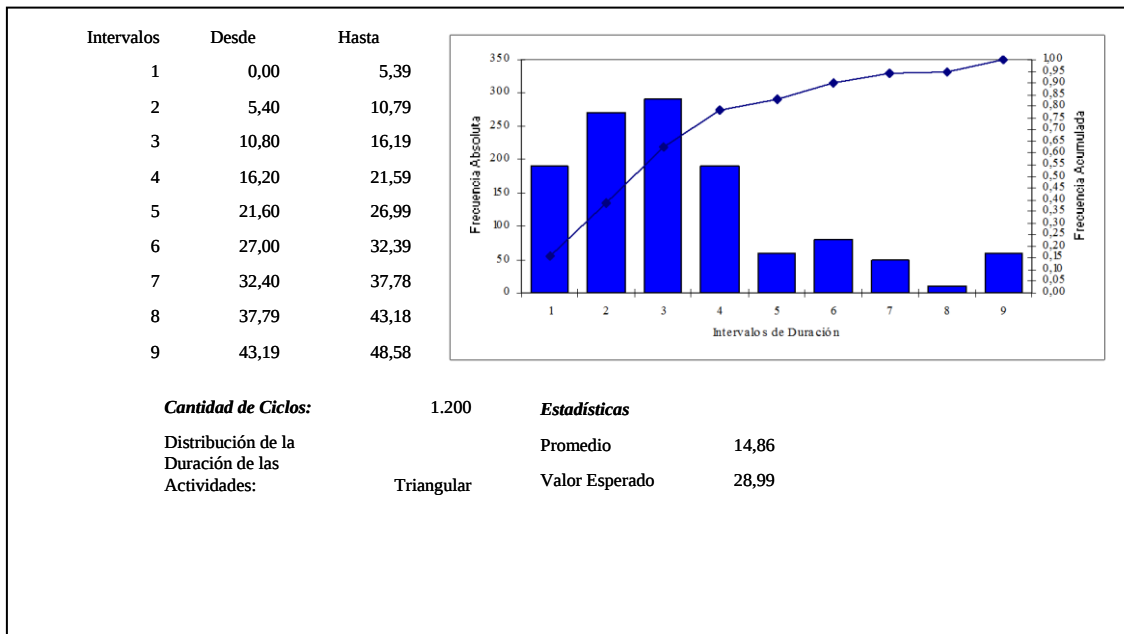


Figura 5.4. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No. 2

De acuerdo con los resultados, mostrados en las figuras anteriores, la diferencia absoluta entre el TRE del proyecto No. 2 y los TEE, provistos por la esperanza matemática o valor esperado ($E(x)$) generados a partir de la SMC y el empleo de las distribuciones beta y triangular, se muestran en la Tabla 5.4.

	Distribución Beta	Distribución Triangular
Proyecto 2	0,11	1,19

Tabla 5.4. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE

Las Figuras 5.5. y 5.6., de la página siguiente, muestran la información relacionada con los resultados obtenido de la aplicación de los 1.200 ciclos de la SMC al proyecto identificado con el expediente número 3. La primera, de las referidas, bajo la distribución de probabilidades beta y la segunda bajo la distribución triangular.

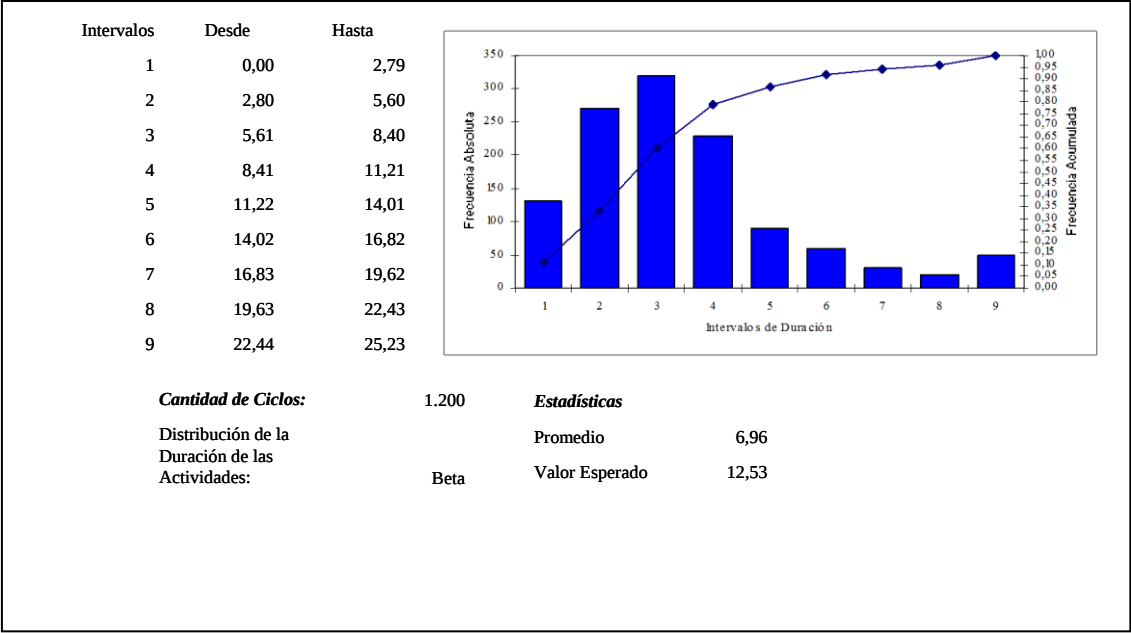


Figura 5.5. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 3

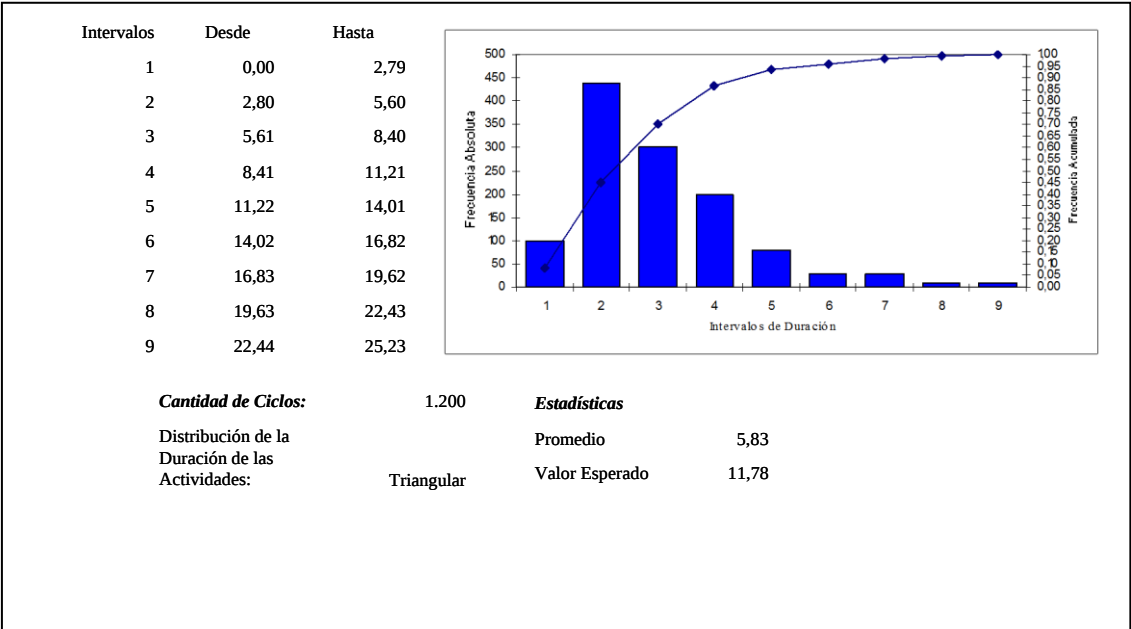


Figura 5.6. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No. 3

De acuerdo con los resultados, mostrados en las figuras anteriores, la diferencia absoluta entre el TRE del proyecto No. 3 y los TEE, provistos por la esperanza matemática o valor esperado ($E(x)$) generados a partir de la SMC y el empleo de las distribuciones beta y triangular, se muestran en la Tabla 5.5.

	Distribución Beta	Distribución Triangular
Proyecto 3	1,47	2,22

Tabla 5.5. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE

Las Figuras 5.7. y 5.8. exhiben la información relacionada con los resultados obtenido de la aplicación de los 1.200 ciclos de la SMC al proyecto identificado con el expediente número 4. La primera, de las referidas, bajo la distribución de probabilidades beta y la segunda bajo la distribución triangular.

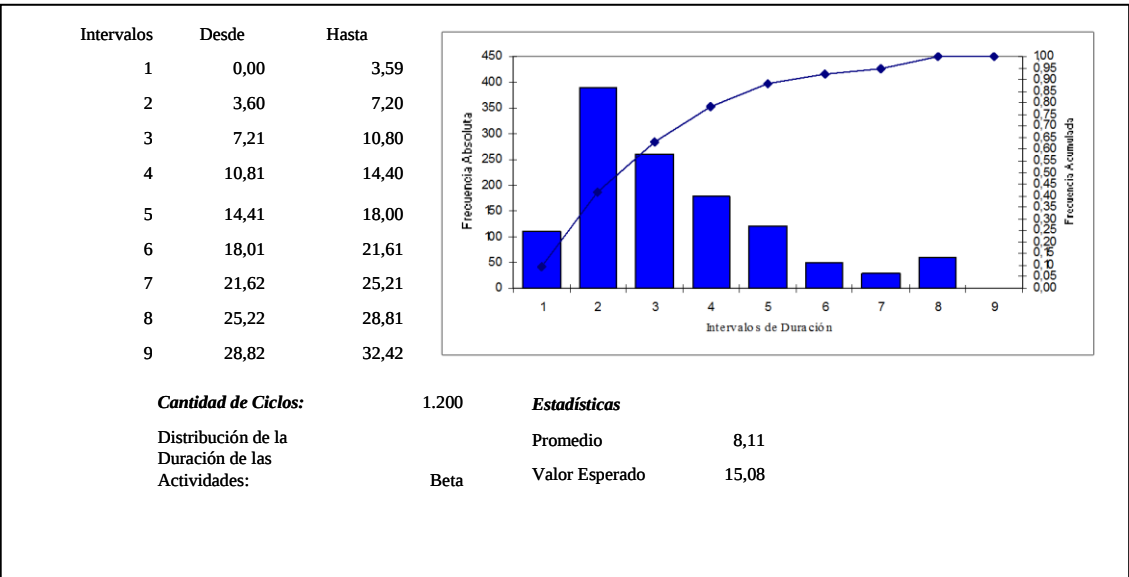


Figura 5.7. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 4

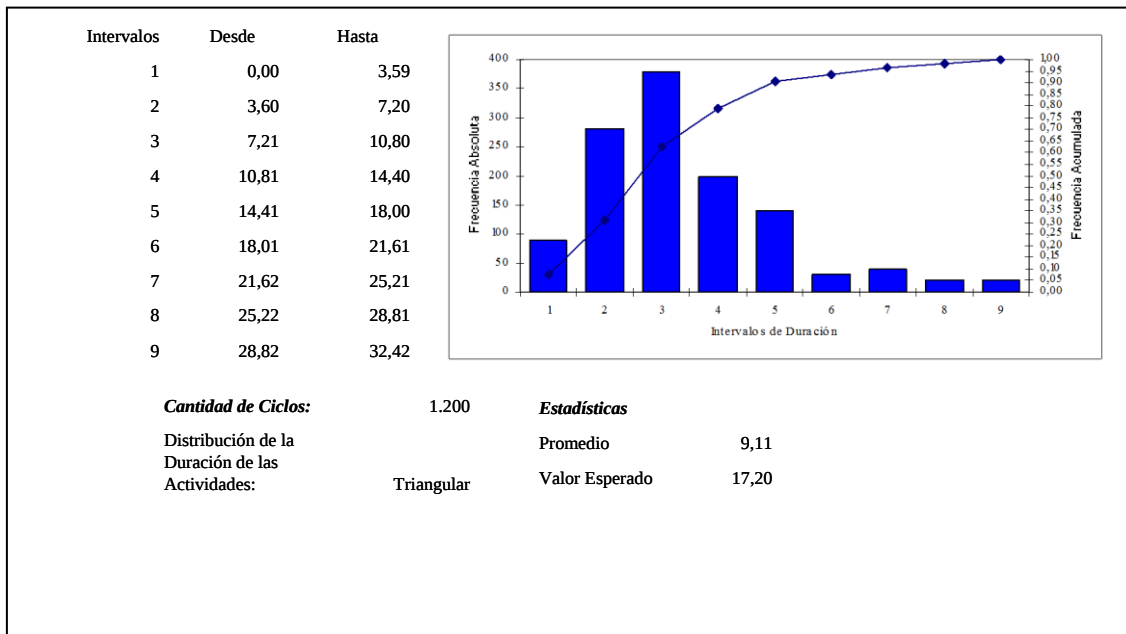


Figura 5.8. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No. 4

De acuerdo con los resultados, mostrados en las figuras anteriores, la diferencia absoluta entre el TRE del proyecto No. 4 y los TEE, provistos por la esperanza matemática o valor esperado ($E(x)$) generados a partir de la SMC y el empleo de las distribuciones beta y triangular, se muestran en la Tabla 5.6.

	Distribución Beta	Distribución Triangular
Proyecto 4	2,92	0,80

Tabla 5.6. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE

Las Figuras 5.9. y 5.10., de la página siguiente, muestran la información relacionada con los resultados obtenido de la aplicación de los 1.200 ciclos de la SMC al proyecto identificado con el expediente número 5. La primera, de las referidas, bajo la distribución de probabilidades beta y la segunda bajo la distribución triangular.

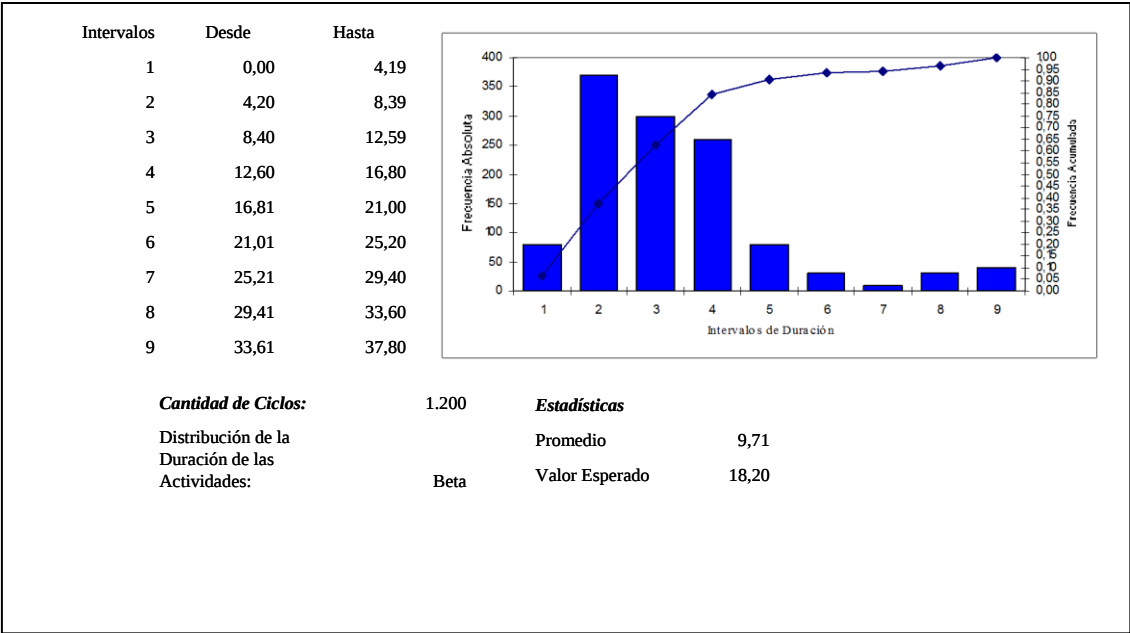


Figura 5.9. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 5

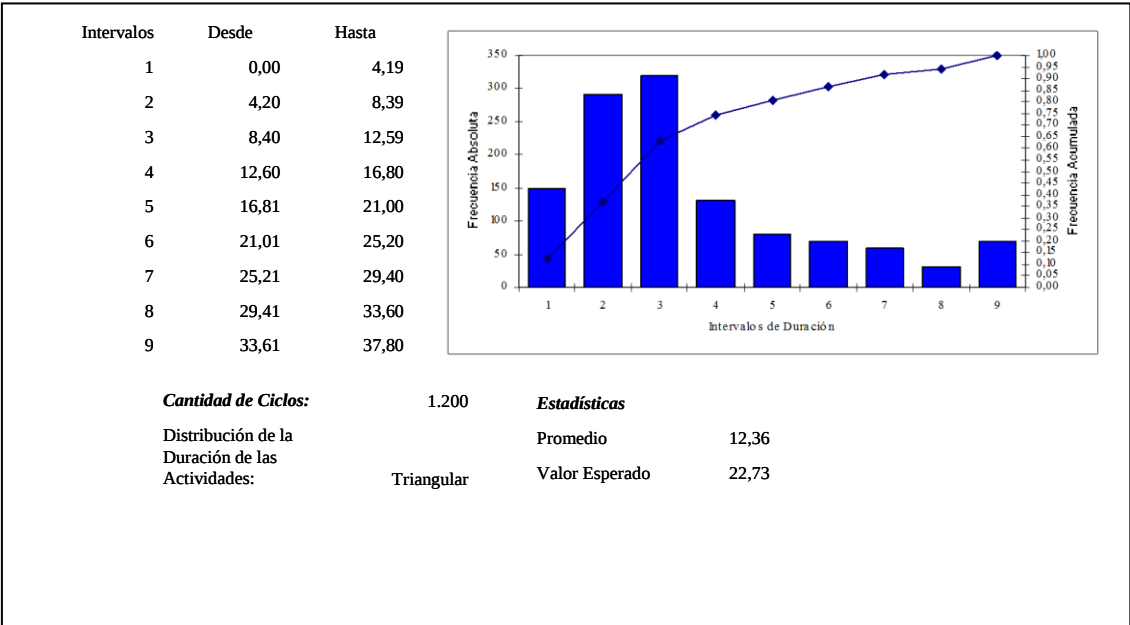


Figura 5.10. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No. 5

De acuerdo con los resultados, mostrados en las figuras anteriores, la diferencia absoluta entre el TRE del proyecto No. 5 y los TEE, provistos por la esperanza matemática o valor esperado ($E(x)$) generados a partir de la SMC y el empleo de las distribuciones beta y triangular, se muestran en la Tabla 5.7.

	Distribución Beta	Distribución Triangular
Proyecto 5	2,80	1,73

Tabla 5.7. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE

Las Figuras 5.11. y 5.12. muestran la información relacionada con los resultados obtenido de la aplicación de los 1.200 ciclos de la SMC al proyecto identificado con el expediente número 6. La primera, de las referidas, bajo la distribución de probabilidades beta y la segunda bajo la distribución triangular.

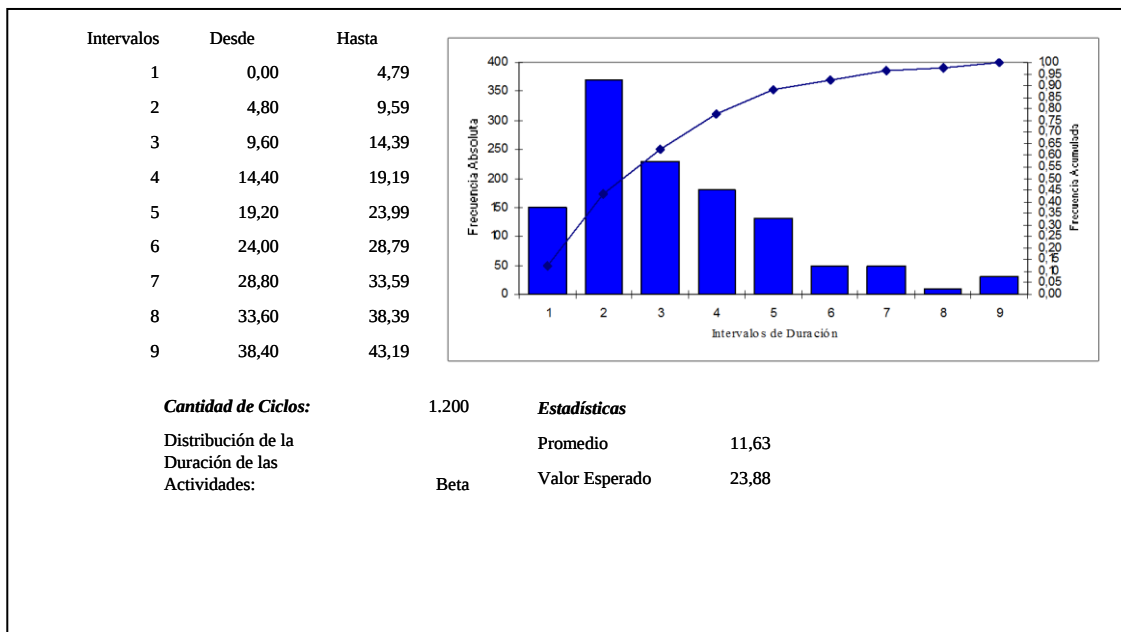


Figura 5.11. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 6

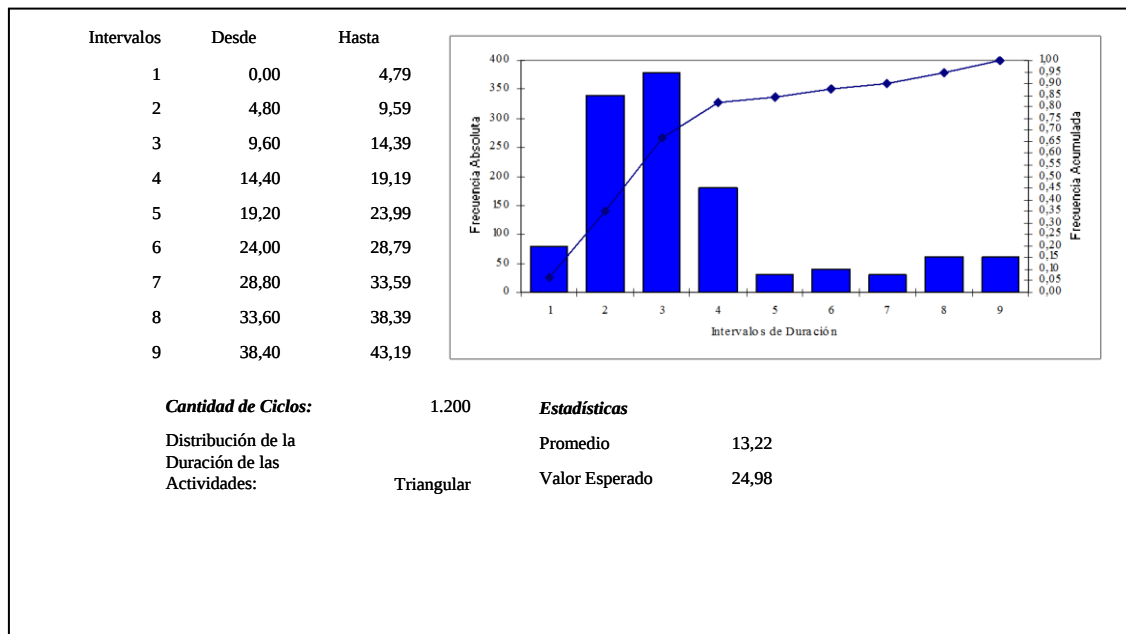


Figura 5.12. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No. 6

De acuerdo con los resultados, mostrados en las figuras anteriores, la diferencia absoluta entre el TRE del proyecto No. 6 y los TEE, provistos por la esperanza matemática o valor esperado ($E(x)$) generados a partir de la SMC y el empleo de las distribuciones beta y triangular, se muestran en la Tabla 5.8.

	Distribución Beta	Distribución Triangular
Proyecto 6	0,12	0,98

Tabla 5.8. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE

Las Figuras 5.13. y 5.14. de la página siguiente, muestran la información relacionada con los resultados obtenido de la aplicación de los 1.200 ciclos de la SMC al proyecto identificado con el expediente número 7. La primera, de las referidas, bajo la distribución de probabilidades beta y la segunda bajo la distribución triangular.

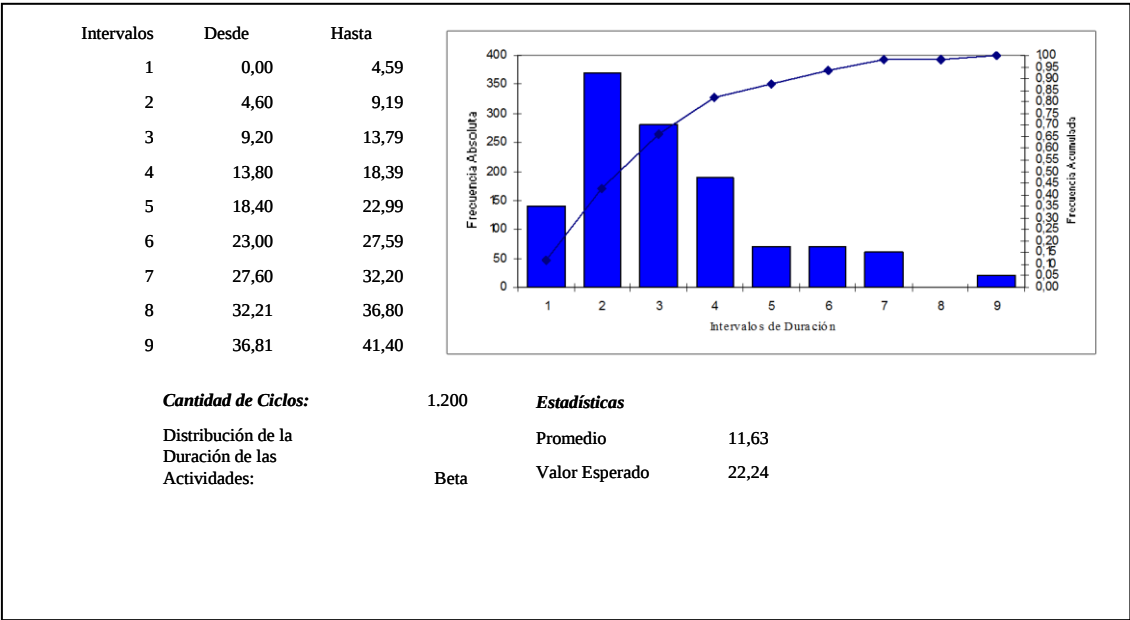


Figura 5.13. Resultados de la SMC bajo la Distribución Beta en el Proyecto No. 7

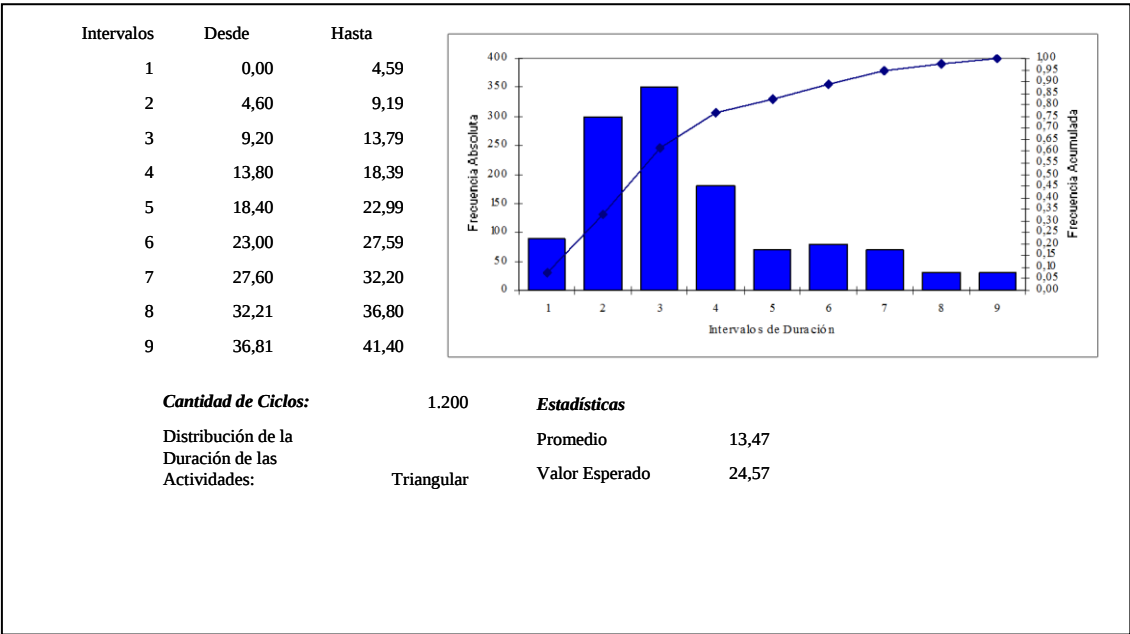


Figura 5.14. Resultados de la SMC bajo la Distribución Triangular en el Proyecto No. 7

De acuerdo con los resultados, mostrados en las figuras anteriores, la diferencia absoluta entre el TRE del proyecto No. 7 y los TEE, provistos por la esperanza matemática o valor esperado ($E(x)$) generados a partir de la SMC y el empleo de las distribuciones beta y triangular, se muestran en la Tabla 5.9.

	Distribución Beta	Distribución Triangular
Proyecto 7	0,76	1,57

Tabla 5.9. Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE

En la Tabla 5.10. se presenta un resumen general de la brecha o diferencia absoluta entre el TRE y los TEE provistos por la SMC, con el empleo de las distribuciones de probabilidades beta y triangular en los distintos proyectos en consideración.

	Distribución Beta	Distribución Triangular
Proyecto 1	1,49	2,29
Proyecto 2	0,11	1,19
Proyecto 3	1,47	2,22
Proyecto 4	2,92	0,80
Proyecto 5	2,80	1,73
Proyecto 6	0,12	0,98
Proyecto 7	0,76	1,57

Tabla 5.10. Resumen General de la Diferencia Absoluta entre el TRE y los TEE

En función de la regla de decisión establecida en el Capítulo III, Tabla 3.2. Comparación Pareada por Proyecto, existen un total de cinco (5) proyectos mejor predichos con la distribución beta y un total de dos (2) proyectos mejor predichos con la distribución triangular, de

los datos		Distribución	de acuerdo con
Lo	Proyecto 1	Beta	disponibles.
hace evidente	Proyecto 2	Beta	anterior se
5.11. la cual	Proyecto 3	Beta	en la Tabla
distribución	Proyecto 4	Triangular	muestra la
predicción	Proyecto 5	Triangular	que mejor
los	Proyecto 6	Beta	pudo hacer de
proyectos con	Proyecto 7	Beta	respectivos
información			la
			disponible.

Tabla 5.11. Distribución con Mejor Predicción para el Proyecto

	RDT Distribución Beta	RDT Distribución Triangular
Proyecto 1	1,06	1,10

Proyecto 2	1,00	0,93
Proyecto 3	1,12	1,19
Proyecto 4	1,19	1,05
Proyecto 5	1,15	0,92
Proyecto 6	1,01	0,96
Proyecto 7	1,03	0,94

Tabla 5.12. RDT Estimada de Acuerdo con el Valor Esperado

El valor esperado ($E(x)$) provisto por cada función de distribución ($F(x)$), generada a partir de los distintos ciclos realizados con la SMC, para cada proyecto se emplea para obtener la RDT de los sujetos de la muestra con la distribución beta y triangular. En la Tabla 5.12 se mostró el resultado de la RDT.

Con la finalidad de realizar el contraste de hipótesis, tal y como fue planteado en el Capítulo III, se obtienen los valores del estadístico de prueba y del número crítico a emplear para separar las regiones de aceptación y rechazo.

Se emplea la expresión (3.5) para obtener el valor del estadístico de prueba, el cual se muestra en la Tabla 5.13.

<i>Estadístico de Prueba</i>
$T_{0,10} (7) = 1,415$

Tabla 5.13. Estadístico de Prueba

De la expresión (3.7) se deriva el cálculo del valor crítico, cuyo resultado se muestra en la Tabla siguiente.

Valor Crítico
$h = 1,457$

Tabla 5.14. Valor Crítico

El estadístico de prueba (t_{α}) se encuentra en la región de aceptación ($t_{\alpha} < h$), con lo cual la hipótesis nula no puede ser rechazada, en este caso H_0 es aceptada, es decir no existe estadísticamente una diferencia significativa entre el número de proyectos mejor predicho con la distribución beta y triangular, con lo cual la hipótesis alternativa establecida en la investigación será descartada de acuerdo con la información disponible.

2.- Análisis de los Resultados

La cantidad total de proyectos culminados en el IGVSb, durante el período en estudio, representa una cifra relativamente baja, de acuerdo con los resultados plasmados en la Tabla 5.1., que sin lugar a dudas va a impedir la realización de conjeturas que puedan generalizarse en el contexto geográfico.

De la Tabla 5.2 se puede resaltar que los proyectos ejecutados por el IGVSb, en el lapso establecido, muestran un comportamiento con una clara inclinación hacia el rango de muy insatisfactorio a insatisfactorio, de hecho el 86% de los proyectos concluídos, se sitúan en este rango, de acuerdo con la RDT.

Luego de efectuar los ciclos establecidos con la SMC, se puede observar en la Figura 5.1. que el proyecto identificado con el expediente número 1, con una probabilidad de 90%, pudo haber sido predicha su terminación en un período de 23 meses con una probabilidad de 90% empleando la distribución beta. De la misma manera, la Figura 5.2., muestra que la terminación, del mismo proyecto, pudo haber sido predicha en 24 meses con una probabilidad de 95% empleando la distribución triangular.

Las Figuras 5.3. y 5.4. reflejan el comportamiento de los resultados de la aplicación de la SMC, en el proyecto identificado con el expediente número 2. Se puede extraer, de la

primera figura mencionada, que en el referido proyecto se pudo haber predicho su culminación en un plazo de 27 meses con un 92% de probabilidad mediante el empleo de la distribución beta. En el caso de la segunda figura referida, la culminación del proyecto pudo haber sido establecida en 29 meses con un 95% de probabilidad con el empleo de la distribución triangular.

El expediente de proyecto identificado con el número 3, correspondiente a las Figuras 5.4. y 5.5., exhibe un comportamiento que pudo haber arrojado una predicción para su culminación en un plazo de 13 meses con un 88% de probabilidad, en el caso de la primera figura referida, mediante el empleo de la distribución beta y el uso de la SMC. En el caso de la segunda figura, con el empleo de la distribución triangular y la SMC, el comportamiento observado pudo haber arrojado una predicción de 12 meses para su culminación con un 95% de probabilidad.

La Figura 5.6. permite observar, que el expediente de proyecto identificado con el número 4, pudo haber sido predicha su culminación, con un 90% de probabilidad, en un plazo de 15 meses empleando la distribución beta como base en la SMC. Por otra parte la Figura 5.7., referida al mismo expediente, denota que el mismo se pudo haber predicho su terminación, con un 95% de probabilidad, en un lapso de 17 meses utilizando la distribución triangular en la SMC.

Las Figuras 5.8. y 5.9. reflejan el comportamiento de los resultados de la aplicación de la SMC, en el proyecto identificado con el expediente número 5. Se puede extraer, de la primera figura mencionada, que en el referido proyecto se pudo haber predicho su culminación en un plazo de 18 meses con un 90% de probabilidad mediante el empleo de la distribución beta. En el caso de la segunda figura referida, la culminación del proyecto pudo haber sido establecida en 23 meses con un 90% de probabilidad con el empleo de la distribución triangular.

El expediente de proyecto identificado con el número 6, correspondiente a las Figuras 5.10. y 5.11., exhibe un comportamiento que pudo haber arrojado una predicción para su culminación en un plazo de 24 meses con un 95% de probabilidad, en el caso de la primera figura referida, mediante el empleo de la distribución beta y el uso de la SMC. En el caso de la segunda figura, con el empleo de la distribución triangular y la SMC, el comportamiento observado pudo haber arrojado, de manera similar al anterior, una predicción de 24 meses para su culminación con un 95% de probabilidad.

La Figura 5.12. permite observar, que el expediente de proyecto identificado con el número 7, pudo haber sido predicha su culminación, con un 88% de probabilidad, en un plazo de 22 meses empleando la distribución beta como base en la SMC. Por otra parte la Figura 5.13., referida al mismo expediente, denota que el mismo se pudo haber predicho su terminación, con un 90% de probabilidad, en un lapso de 25 meses utilizando la distribución triangular en la SMC.

En la Tabla 5.10. se puede observar el comportamiento de la diferencia absoluta entre el TRE y los TEE provistos por el valor esperado de la función de distribución ($F(x)$), en la misma se observa que la mayor y menor brecha se produjo con el empleo de la distribución beta, de hecho, la mayor varianza la tiene esta serie, mientras que la serie de diferencia provista por la distribución triangular, muestra una menor varianza.

Del total de proyectos en consideración, el 71% fue mejor predicho con el empleo de la distribución beta bajo la SMC, como se desprende de la Tabla 5.11., mientras que el 29% restante fue mejor predicho con el empleo de la distribución triangular bajo la SMC. Lo que evidencia, de acuerdo con los datos disponibles, la capacidad de ambas distribuciones de predecir el comportamiento aleatorio de la variable temporal en los proyectos considerados.

De la Tabla 5.12. se extrae la RDT el más alto nivel observado para la misma fue exhibido por ambas distribuciones, es decir, tanto la distribución beta como la triangular

fueron capaces de arrojar en distintos proyectos los niveles más elevados para este indicador, mientras que el nivel más bajo fue generado a partir de la distribución triangular.

El resultado del contraste de hipótesis no pudo rechazar la hipótesis nula de igualdad provista entre el número de proyectos mejor predichos con la distribución beta y triangular, es decir, con la evidencia empírica considerada no se puede establecer estadísticamente una diferencia significativa entre el número de proyectos mejor predicho con la distribución beta y triangular.

CAPITULO VI

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

1.- Cobertura de los Objetivos Planteados

Según Méndez (2001), la evaluación del proyecto se realiza en base al cumplimiento de los objetivos generales y específicos trazados al momento de plantear la investigación. En este orden de ideas se hace procedente comenzar con las limitaciones conseguidas a los largo de la realización del proyecto de investigación.

La principal limitación del estudio está centrada en la cantidad total de proyectos que conforman la población/muestra y en el tipo de investigación, como se indicó en su momento, en los archivos de la GPE del IGVSB al momento de efectuar la revisión solo se consiguieron siete (7) expedientes con la información completa de los proyectos, lo que incide de manera determinante en la posibilidad de emitir conclusiones que puedan generalizarse a futuros proyectos en el área, limitando entonces éstas al ámbito de los proyectos finalizados.

Otra de las limitaciones, importantes con la cual se topo la investigación, fue la

relacionada con el carácter confidencial, que desde el IGVSB, se le ha dado a la información relacionada con los proyectos ejecutados y las empresas contratistas de los mismos. La Institución en su afán de mantener la información suministrada para el proyecto en un ámbito general, limitó en muchas oportunidades el acceso a información que pudo contribuir con una mayor comprensión y entendimiento del funcionamiento del sector.

La tercera limitante se relaciona con la escasa producción, de estudios o documentos en el área geográfica a nivel del País e incluso en el entorno Latinoamericano, de publicaciones relacionados directamente con la investigación, lo cual dificultó de inicio la focalización del aspecto medular del problema planteado. El enfoque más cercano al estudio se evidencia en investigaciones efectuadas en empresas tecnológicas y del sector de la construcción en Norte América.

Desde el punto de vista tecnológico apareció una limitante relacionada con la capacidad del ordenador empleado en la investigación en realizar los múltiples ciclos establecidos para la simulación Monte Carlo, de hecho, la cantidad de interacciones inicialmente establecidas se ubicó en 2.500 por cada distribución empleada, para un total de 5.000 ciclos por proyecto, sin embargo, esto se pudo realizar dada la carga tan pesada que debería procesar el computador y lo hacía en extremo lento. De allí se tomó la decisión de reducir sustancialmente la cantidad de ciclos a efectuar sin afectar los resultados de los ciclos.

No obstante, las limitaciones señaladas, el estudio pudo completar los objetivos planteados en un nivel muy aceptable, aunque no se pudieron realizar inferencias ni generalizaciones empíricas concluyentes relativas al comportamiento de futuros proyectos a ser realizados en la Institución, ya que se completaron las propuestas formuladas en cada uno de ellos.

El problema planteado inicialmente por la investigación fue cubierto en parte, por la limitación relacionada con la cantidad de proyectos y el tipo de investigación, en este

sentido, los resultados del estudio pueden sugerir, de acuerdo con la muestra utilizada, que el método de simulación Monte Carlo puede servir como factor de ajuste de la variable TEE y con ello mejorar la exactitud de la RDT de estos proyectos, sin embargo, no se pueden sacar conclusiones si este hecho puede mejorar la toma de decisiones sobre la eficiencia en el desempeño de las empresas consultoras y equipos propios, en la ejecución de los proyectos del IGVSb.

Con referencia al objetivo general planteado, a través de la investigación se pudo aplicar la gerencia del riesgo mediante el empleo de la simulación Monte Carlo, como herramienta de estimación, para el análisis cuantitativo, de la duración de los proyectos realizados por la Industria Geográfica Venezolana, más no se pudo validar de manera concluyente que a través del empleo de las distribuciones de probabilidad beta y triangular se pudieran obtener estimados temporales más precisos para futuros proyectos a ser realizados en el área.

En lo atinente a la identificación de los riesgos más relevantes que han afectado a los proyectos realizados por la Industria Geográfica Venezolana, se pudo realizar un listado comentado de los mismos, basados en las opiniones de los especialistas de la Institución, de consultores independientes que trabajan en el área, así como de la información obtenida directamente de los archivos de proyectos que reposan en el GPE del IGVSb.

De igual manera, se plantearon totalmente los escenarios para llevar a cabo los distintos ciclos de la simulación Monte Carlo con las distribuciones de probabilidades beta y triangular, como las distribuciones más apropiadas de probabilidad dadas las características de los proyectos en el área, estos escenarios se pudieron ir depurando, hasta obtener un planteamiento sólido que permitiera generar la información requerida para efectuar el análisis respectivo.

Se realizaron los 1.200 ciclos de la simulación Monte Carlo pautados para cada distribución empleada por cada proyecto, es decir, en total se realizaron 2.400 ciclos de la

simulación por cada proyecto, ciclos iguales a la mitad por cada distribución en consideración, con la información generada se pudieron agrupar los resultados en categorías para facilitar el análisis y la presentación gráfica.

Se realizó un contraste de hipótesis para determinar la distribución de probabilidades más adecuada, bajo la simulación Monte Carlo, para proveer los estimados temporales más precisos, en los proyectos efectuados en el área geográfica venezolana, sin embargo, la evidencia empírica arrojó que no existe diferencia estadística significativa entre el número de proyectos mejor predicho con las distribuciones empleadas.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Conclusiones

La evidencia empírica, obtenida en la investigación, sugiere que el método de simulación Monte Carlo, con el uso de la distribución beta o triangular, pudo servir como factor de ajuste de la variable TEE, asumida la misma como el valor esperado ($E(x)$) de la función de probabilidades ($F(x)$) obtenida como producto de los distintos ciclos efectuados, aumentando la exactitud de la RDT de los proyectos considerados.

El empleo de la distribución beta o triangular es indiferente, de acuerdo con la evidencia, ya que el resultado del contraste de hipótesis planteado indicó que no existe, desde el punto de vista estadístico, una diferencia significativa entre el número de proyectos mejor predichos con el empleo de la distribución beta y la triangular como base de la estimación de la duración de las actividades en los proyectos efectuados en el IGVSb en el período analizado.

Ambas distribuciones, con el empleo de la simulación Monte Carlo, lograron reducir la brecha entre el TRE y los TEE, sin embargo, dada la naturaleza de la investigación y el tamaño de la población/muestra, la evidencia encontrada no es concluyente para realizar o formular inferencias empíricas o generalizaciones que puedan comprometer el comportamiento de futuros proyectos a ser realizados por la Industria Geográfica Nacional.

En el contexto de la GPE del IGVSB, el seguimiento y control de la ejecución de los distintos proyectos es realizado por una Coordinación que lleva un registro sistemático, entre otras variables, de los tiempos estimados y los reales, los cuales son plasmados en un formato que existe para tal efecto, el cual es archivado en el expediente de proyecto correspondiente, por lo tanto, es poco probable, desde el punto de vista material, que existan errores o inconsistencias en el registro de los distintos tiempos de ejecución de los proyectos.

En el ámbito de los proyectos realizados en el área geográfica existen un conjunto de riesgos inherentes a los mismos que son muy propios de la actividad y cuya influencia es muy conocida y por lo tanto puede ser gerenciada con mucha propiedad, no obstante, existen un conjunto adicional de riesgo, observados en los proyectos bajo investigación, cuya influencia o impacto hasta la fecha ha sido poco estudiada y cuyo influjo puede afectar el cumplimiento de la estimación temporal de los proyectos ya que, tocan áreas sensibles en los mismos como la propensión política a las actividades geográficas, la cantidad y calidad de la información insumo, la existencia de procedimientos excesivamente normalizados, propios del sistema burocrático, la fragilidad de una Institución naciente y los intereses poco claros que rodean la ejecución de los proyectos dado las cantidades monetarias involucradas.

Los proyectos desarrollados en el área geográfica tienen un carácter eminentemente estratégico para el Estado ya que, los mismos inciden de manera directa e indirecta con temas en extremo complejos y delicados, como lo son; la exclusión social, la pobreza, el

avance de enfermedades endémicas, el deterioro y destrucción del patrimonio medio-ambiental, entre otras, debido a que el acontecer económico y social de un País, está estrechamente vinculado con el espacio de su territorio.

La industria nacional, dedicada a las actividades geográficas, tiene un conjunto de características propias y muy particulares que la diferencia de otras en el País. En este sentido, es importante destacar la existencia de sólo un gran comprador - monopsonio -, representado por el IGVSb, el cual tiene entre sus importantes funciones la de promover e incentivar el desarrollo de una Industria Nacional en el área, para que la misma pueda crear fortalezas en el orden técnico, humano, financiero y con capacidad de respuesta ante las exigencias y necesidades de la Nación en materia de información espacial, lo cual ha creado una marcada dependencia de la industria hacia esta institución.

La brecha existente entre el TRE y el TEE para los proyectos realizados en el período de análisis pudiera hacer pensar que en términos generales las estimaciones de la duración total de los proyectos emplean consideraciones muy optimistas, sin embargo, esta conjetura no se pudo comprobar, toda cuenta, que los mismos estimados de duración para cada actividad sirvieron de base a los ciclos de la simulación Monte Carlo, además estas estimaciones son producto y, por demás, están basadas en el concurso de especialistas y de reconocidos expertos en la materia, con una dilatada trayectoria dentro de la institución, lo que hace presumir el pleno conocimiento que tienen de las actividades que se desarrollan en su área de competencia y de la institución, lo que evidencia la necesidad de seguir ahondando y depurando modelos basados en la simulación Monte Carlo y en las distribuciones consideradas para mejorar los procesos de estimación temporal en los proyectos.

Por otra parte, el enrarecido clima político y social del País, en el período bajo análisis, pudo haber ejercido una influencia muy importante en los niveles de actividad económica desplegada por todo el conglomerado de la industria nacional, hecho que sin lugar a dudas a generado enormes distorsiones en los resultados de la duración total de los

proyectos efectuados por el IGVSb, lo cual pudo haber impactado de manera negativa la RDT de los proyectos efectuados en el área.

Aunque los resultados de la investigación antes indicados, no son concluyente en el estricto sentido de la palabra, si constituyen una primera aproximación empírica a la naturaleza eminentemente probabilística de la variable temporal de los proyectos en el área geográfica, lo cual permite la incorporación del término incertidumbre como factor de perturbación y justifica el empleo de la gerencia del riesgo, como cuerpo de conocimientos tendente a dimensionar en un plano más técnico dicho factor, con lo cual la GPE del IGVSb comienza a dar los primeros pasos en el empleo de las herramientas técnicas y mejores prácticas que provee la Dirección de Proyectos para evitar que los resultados de los mismos sigan comprometidos con el azar.

En virtud de los resultados del estudio, con su importante limitación, la distribución de probabilidades, empleada en la estimación de la duración de las actividades en la simulación Monte Carlo, tienen un impacto en la precisión del estimado temporal de los proyectos en el área geográfica, el cual es percibido al analizar el comportamiento de la RDT.

2.- Recomendaciones

La evidencia empírica encontrada, más allá de sus limitaciones, sugiere la existencia de modelos, susceptibles de adaptación, capaces de explicar o considerar con mayor precisión y propiedad la incertidumbre propia de las variables aleatorias, como es el caso de la duración de las actividades del proyecto, lo cual deja abierta la posibilidad de seguir ampliando la base de conocimientos en esta área específica de la industria geográfica venezolana.

La GPE del IGVSb, como ente rector de la actividad geográfica, cartográfica y catastral en el país, debería profundizar y ampliar la base de proyectos considerados en la muestra, en la medida de sus posibilidades, con la intención de depurar y validar

empíricamente el modelo de simulación con las distribuciones beta y triangular, de forma tal, que se pudieran obtener conjeturas más generalizadas sobre el impacto del método Monte Carlo en las estimación de la duración de las actividades en los proyectos realizados en el área. Estos conocimientos eventualmente pudieran ser transferidos a todo el conglomerado de empresas dedicadas a estas labores.

De igual manera, le corresponde a la GPE del IGVSb articular las iniciativas de crear un banco de experiencias en el área de proyecto geográficos, que le permitan a la Institución, y a otros entes públicos y/o privados, utilizar estas bases documentales para mejorar las practicas en el sector específico y en particular, aquellas relacionadas con la estimación temporal de los proyectos, lo que va a tener un impacto potencial en la calidad de los resultados de los proyectos futuros a ser realizados en el área, ya que las empresas contratistas no tendrán que cubrir los costos adicionales que se generan de una subestimación temporal y la Institución no tendrá que pagar mucho más por aquellos proyectos que sobredimensionen la duración temporal de los mismo.

Los factores relacionados con elementos políticos aunado al incremento de los riesgos asociados con los proyectos de la industria geográfica nacional, constituyen una fuente importante de variabilidad en los resultados de los tiempos totales en los proyectos efectuados por el IGVSb, lo cual abre la posibilidad de establecer y ampliar la línea de investigación relacionada con el tema y orientada a estimar el efecto de estos elementos en los proyectos del IGVSb en el período de estudio.

El potencial impacto de los riesgos, asociados con la Industria Geográfica Nacional, en la ejecución de los proyectos desarrollados en el área, puede ser una línea de investigación complementaria de interés general para el IGVSb y en general para la industria dedicadas a las actividades geográficas ya que, aunque éstos están plenamente identificados, el peso relativo de los potenciales efectos de cada uno de ellos sobre los

proyectos no están definidos, con lo cual su impacto no puede ser manejado adecuadamente y puede ser una causa importante de retraso en los proyectos.

Bajo la premisa que la incertidumbre asociada con la duración de cada actividad en un proyecto requiere el uso de tres estimados que reflejen la naturaleza probabilística, de la misma, puede ser de mucha utilidad e interés conocer o efectuar una tipología de actividades dentro de los proyectos del área geográfica y aplicar a cada una de ellas la simulación Monte Carlo con las distribuciones beta y triangular e identificar con cual de ellas funciona mejor la predicción, con lo cual un proyecto pudiera tener, por tipo de actividad, una distribución de probabilidades en particular y con ello se pudiera mejorar la predicción de la estimación temporal de los mismos.

Referencias

- Acosta, W. (2005). *El Método PERT*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/pertcpm.htm>. [Consulta: 2005, Enero 4].
- Arocha, J. (1994). *Las Coordenadas Geográficas y su Aplicación*. Caracas: Ediciones Autor-JOLAR.
- Barker, J. (1992). *Paradigms: The Business of Discovering the Future*. New York: Harper Business.
- Barr, S. (1996). Redefining Risk. *CFO: The Magazine for Senior Financial Executives*, 12 (8), 61-66.
- Barredo, J. (1996). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en el Ordenamiento del Territorio*. Madrid: Ediciones RA-MA.
- Bernstein, M. (1996). The New Religion of the Risk Management. *Harvard Business Review*. 74 (2), 47-51.
- Biord, R. (2001). *Reglas de Juego para los Informes y Trabajos de Grado*. Caracas: Instituto Universitario Salesiano Padre Ojeda, Universidad Católica Andrés Bello.

- Block, T. (1998). The Project Office Phenomenon. *PM NETwork*. XII (6), 25-30.
- Bowers, J. (1994). Data for Project Risk Analysis. *International Journal of Project Management*. 12 (1), 9-6.
- Buzai, G. (1997). *Geografía Global*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Carrasco, R., Fernández, P., García, L. y Sanchos, J. (2000). *Métodos de Simulación Monte Carlo y sus Aplicaciones*. Valencia, España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Cebrían, J. (1992). *Información Geográfica y Sistemas de Información Geográfica*. Santander: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria.
- Ching, J. (2004). *Informe de Gestión de la Gerencia de Proyectos Especiales del IGVS*. Trabajo no publicado. Caracas: Autor.
- Claessens, S. (1993). *Risk Management in Developing Countries*. New York: World Bank Technical Paper No. 235.
- Comas, D., y Ruiz, E. (1993). *Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Courtney, H., Kirkland, J., Viguerie, P. (1999). *Estrategias en Tiempos de Incertidumbre*. Compilación, Bilbao: Ediciones DEUSTO, S.A.
- Crockford, G. (2000). *Risk Management in Action*. London: Keith Shipton Developments Limited.
- Crouhy, M., Galai, D. and Mark, R. (2001). *Risk Management*. New York: McGraw-Hill Company.
- Curmudgeon, O. (1994). PM101: Scope Management. *PM NETwork*. VIII (9), 38-40.
- Dey, P., Tabucanon, M. and Ogunlana, S. (1994). Planning for Project Control Through Risk Analysis. *International Journal of Project Management*. 12 (1). 23-32.
- Diekmann, J., Featherman, D, Moody, R., Molenaar, K. and Rodríguez-Guy, M. (1996). Project Cost Risk Analyses Using Influence Diagrams. *Project Management Journal*. XXVII (4), 23-30.
- DINAFRI (2000). *Estructura de la Gerencia de Proyectos Especiales del IGVS*. Trabajo no publicado. Caracas: Autor.

- Donis, M. (1987). *Evolución Histórica de la Cartografía en Guayana y su Significación en los Derechos Venezolanos sobre el Esequibo*, Caracas: Academia Nacional de la Historia.
- Douglis, Ch. (1998). Cost Benefit Discusión for Knowledge-Based Estimation Tools. *Project Management Journal*. XXIX (2), 8-10.
- Drenikoff, I. (1982). *Breve Historia de la Cartografía de Venezuela*. Caracas: Academia Nacional de la Historia.
- Drenikoff, I. y Moreau, A. (1997). *En Diccionario de Historia de Venezuela, Tomo I*. Caracas: Fundación Polar.
- Durrenberger, M. (1999). True Estimates Reduce Project Risk. *PM NETwork*. XIII (5), 45-48.
- Eichhorn, B. (1997). Manage Contingencies, Reduce Risk. The PCA Technique. *PM NETwork, II* (10), 47-49.
- Evans, J. and Olson, D. (1998). *Introduction to Simulation and Risk Analysis*. New York: Prentice Hall.
- Fajardo, Á. (1992). *Cinco Siglos de Cartografía en Venezuela, 1492-1992*. Caracas: Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional.
- Farrel, L. (1994). Risk Management and the Evaluation of Entertainment Investment Projects. *Project Management Journal*. XXV (2), 37-43.
- Figueroa, F. (1997). *Cartografía*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Fishman, G. (1996). *Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications*. New York : Springer Verlag.
- Fleming, Q. and Koppelman, J. (1994). The “Earned Value” Concept: Taking Step Two Plan and Schedule the Project. *PM NETwork*. VIII (9), 35-37.
- Goodpasture, J. (2004). *Quantitative Methods in Project Management*. Boca de Ratón: J. Ross Publishing, Inc.
- Greene, M. and Serbein, O. (1997). *Risk Management: Text and Cases*. Virginia: Reston Publishing Company.
- Gutiérrez, J. y Gould, M. (1996). *SIG: Sistema de Información Geográfica*. Madrid: Ediciones Síntesis.

- Harrison, F. (1998). *Advanced Project Management*. London: Growe Publishing Company Limited.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1991). *Metodología de la Investigación*. (2da. ed). México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Hulett, D. (1995). Project Schedule Risk Assessment. *Project Management Journal*. XXVI (1), 21-31.
- Hulett, D. (2000). Project Schedule Risk Analysis: Monte Carlo Simulation or PERT?. *PM NETwork*. XIV (2), 43-47.
- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. (2000, Septiembre). [Boletín Geográfico]
- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (2001). *Planificación Estratégica*. Trabajo no publicado. Caracas: Autor.
- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (2002). *Lectura e Interpretación de Mapas*. Trabajo no publicado. Caracas: Autor.
- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (2005). [Página Web en Línea]. Disponible: <http://www.igvsb.gov.ve>. [Consultada: 2005, Marzo 21].
- Ivorra, J. (2002). La Gerencia de Proyectos – Factor Crítico de Éxito. Ponencia Presentada en el 3er. Congreso Iberoamericano de Gerencia de Proyectos. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.pmi-v.org.ve/3congreso/programa/presentaciones/joseivorral.pdf>. [Consulta: 2004, Diciembre 07]
- Jones, E. (2000). Risk Management. Why?. *PM NETwork*. XIV (2), 39-41.
- Kalos, M. and Whitlock, P. (1996). *Monte Carlo Methods: Basics*. New York : John Wiley & Sons.
- Kautt, G. and Wieland, F. (2004). *Modelar el Futuro: El Monte Carlo, el Hypercube Latino y Otras Curiosidades*. [Documento en Línea]. Disponible: http://www.fpanet.org/journal/articles/2001_Issues/jfp1201-art7.cfm&prev=/search%3Fq%3Dmonte%2Bcarlo%2Blatin%2Bhypercube%26hl%3Des%26lr%3D%26sa%3DG [Consulta: 2005, Febrero 03]
- Kerzner, H. (1998). *Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling*. (6ta. ed). New York: John Wiley & Son, Inc.

- Kerzner, H. (1996). *Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling*. (5ta. ed). New York: John Wiley & Son, Inc.
- Lewis, J. (1995). *Project Planing, Scheduling & Control*. Chicago: Irwin Profesional Publishing.
- Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional (2000). Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 37.002. Julio 28, 2000.
- Loh, W. (1996). On Latin Hypercube Sampling. *Annals of Statistics*. 24(5):2058-2080.
- López, R. (2000). *Cálculo de Probabilidad e Inferencia Estadística con Tópicos de Econometría* (3ra. ed). Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
- Mehr, R. (1994). *Risk Management: Concepts and Applications*. Illinois: Richard D. Irwin, Inc.
- Méndez, C. (2001). *Metodología: Diseño y Desarrollo de Proyectos de Investigación* (3ra. ed.). Bogotá: Mc Graw-Hill Interamericana.
- Meredith, J. and Mantel, S. (1995). *Project Management: A Managerial Approach*. (3ra. ed). Crawfordsville: John Wiley & Son, Inc.
- Merkhofer, M. (1999). *Decisión Science and Social Risk Management: A Comparative Evaluation of Cost-Benefit Análisis, Decision Analysis and Other Formal Decision-Aiding Approaches*. Netherlands: D. Reidel Publishing Company.
- Molina, G., Soria, D., Fernández, R., y Lotfi, V. (1999). *Sistemas de Información Geográfica de la Cuenca del Río Tunuyán*. Mendoza: Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Ministerio del Ambiente y Obras Públicas, Consultoría Institucional Ambiental sobre la Cuenca del Río Tunuyán Superior. PRODIA. Subprograma B.
- Muñoz, R., Rey, A. y Bautista, A. (2003). *Metodología de Gestión de Riesgos en Proyectos Basados en la Gestión del Conocimiento*. http://www.aepro.com/congreso_03/pdf/jmh@madrid.idom.es_041619d90cdd20e7ceded9daadac646.pdf
- Murray, K. (1998). Risk Management: Beyond the Textbooks. *PM NETwork*. XII (6), 53-57.
- Perera, J. (2003). *La Programación en la Construcción. El PERT en Versión Completa*. (2da. ed). Madrid: Bellisco, Ediciones Técnicas y Científicas

- Pillai, S. and Tiwari, K. (1995). Enhanced PERT for Programme analysis, control and evaluation: PACE. *International Journal of Project Management*, 13(1), 39-43.
- Ponce, O. (2004). *Método Monte Carlo*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://delta.cs.cinvestav.mx/~mcintosh/oldweb/s1998/oscar/node1.html>. [Consulta: 2005, Enero 25]
- Poré, P. (1996). *Planificación Moderna con Empleo de PERT*. Madrid: Editorial Hispano Europea.
- Pro, J. (2005). *El Método PERT*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.universidadabierta.edu.mx/Biblio/P/Pro%20Juan-El%20metodo%20pert.htm> [Consulta: 2005, Abril 9]
- Project Management Institute (2004). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. PMBOK. Pennsylvania: Autor.
- Project Management Institute (2000). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. PMBOK. Pennsylvania: Autor.
- Ramírez, E. y Santaella, Z. (1999). *Adaptación de la Guía para la Realización del Trabajo Especial de Grado*. Monografía no Publicada, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- Rhoads, R. (2002). *How to Use Monte Carlo Simulations*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.cio.com/archive/070103/fire.html>. [Consulta: 2005, Enero 18]
- Robert, C. and Casella, G. (2002). *Monte Carlo Statistical Methods*. New York: Springer-Verlag.
- Rojas, J. (2003). *Técnicas de la Planeación*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos13/tepla/tepla.shtml>. [Consulta: 2005, Enero 12]
- Royer, P. (2000). Risk Management: The Undiscovered Dimension of Project Management. *Project Management Journal*. XXXI (1), 6-13.
- Rubinstein, R. (1996). *Simulation and the Monte Carlo Method*. New York: John Wiley and Sons.
- Salkind, N. (1999). *Métodos de Investigación*. (3ra.ed). México: Prentice Hall.
- Sapag, N. (1977). *Técnicas Metodológicas de Programación y Control de Proyectos*. Santiago: Universidad de Chile.

- Schuyler, John (2000). Exploiting the Best of the Critical Chain and Monet Carlo Simulation. *PM NETwork*. XIV (1), 56-60.
- Shepherd, R. (1999). Risk Assessment: Learnig the Hard Way. *PM NETwork*. XIII (12), 55-57.
- Sigurdson, A. (1996). Principle Errors in Capital Cost Estimating Work, Part 2. *Project Management Journal*. XXVII (4), 31-36.
- Silva, J. (2005). *Planificación y Control de Proyectos con PERT*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos13/planeco/planeco.shtml>. [Consulta: 2005, Febrero 20]
- Simister, S. (1994). Usage and Benefits of Project Risk Analysis and Management. *International Journal of Project Management*. 12 (1), 5-8.
- Simons, R. (1999). How Risky is Your Company?. *Harvard Business Review*. 77 (3), 85-94.
- Sinder, H. (1994). *Risk Management*. Illinois: Richard D. Irwin, Inc
- Tomlin, D. (1990). *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Toro, A. (2002). *La Era de las Aldeas. La Pequeña Aldea vs. La Aldea Global*. Bogotá: Villegas Editores.
- Universidad Pedagógica Experiemental Libertador, Vicerrectorado de Investigación y Postgrado. (1998). *Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestrías y Tesis Doctorales*. Caracas: Autor.
- Vähäkylä, J., Kuismanen, O. y Saari, T. (2002). Practices and Future Insights of Holistic Risk Management in Delivery Projects. *International Project Management Journal*. 8 (1), 68-71.
- Valdez, F. (2003). *Gerencia de Riesgos*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.proyectics.com/contenido2.php?id=100&seccion=Articulos&idcategoria=1> 1.[Consulta: 2004, Diciembre 18]
- Vélez, I. (2003). *Decisiones Empresariales Bajo Riesgo e Incertidumbre*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.

- Verger, G. (1999). *El Risk Management: Nueva Estrategia Empresarial*. Barcelona: Editorial Hispano Europea, S.A.
- Ward, S. (1999). Requirements for an Effective Project. Risk Management Process. *Project Management Journal*, 30 (3), 37-43.
- Weiler, Ch. (1998). Risk Based Scheduling and Analysis. *PM NETwork*. XII (2), 29-33.
- Weick, K., and Sutcliffe, K. (2001). *Managing the Unexpected*. San Francisco: John Wiley and Son, Inc.
- Williams, Terry (1994). Using a Risk Register to Integrate Risk Management in Project Definition. *International Journal of Project Management*. 12 (1), 17-22.
- Woody, W. and Pourian, H. (1992). Risk Assessment and Options in Project Finance. *Project Management Journal*. XXII (4), 21-28.
- Zaderenko, S. (1995). *Sistemas de Programación para el Camino Crítico*. Buenos Aires: Editorial Librería Mitre.
- Zambrano, A.L. and Briones, E.H. (1996). Data Center Relocation Project: The Rockwell Experience. *PM NETwork*. X (1), 31-37.

Anexo No. 1

Categorías de Riesgos en los Proyectos ***Explicación de los Riesgos de la Figura 4.3.*** (Royer, 2000 / Snider, 1994)

Riesgo Económico

Relacionado con la posibilidad que el proyecto quede sin recursos económico al agotar todas las posibles fuentes financieras o por falta de solvencia o liquidez del promotor del mismo.

Riesgo Humano

El factor humano en el proyecto puede originar conflictos, actos culposos, negligentes o accidentales. No se conoce el real comportamiento del equipo de proyecto hasta que comienzan a trabajar junto los integrantes.

Riesgo Ambiental

El proyecto puede generar un impacto no deseable en la naturaleza. El potencial efecto positivo del proyecto en el corto plazo puede revertirse a mediano y/o largo plazo con consecuencias ambientales que lamentar.

Riesgo en Costos

Posibilidad de estimar incorrectamente las erogaciones financieras del proyecto.

Riesgo en Estimación del Tiempo

Posibilidad de estimar inadecuadamente los tiempos de ejecución del proyecto.

Riesgo en Alcance

Se refiere al mal diseño o falta de claridad en relación a los requerimientos del producto o servicio.

Riesgo en Calidad

El producto o servicio no cumple con las especificaciones de calidad o la falta de existencia o errores en el plan para asegurar la misma.

Riesgo Climatológico

Corresponde a los potenciales impactos de catástrofes naturales tales como: terremotos, lluvias torrenciales, sequías, tormentas, etc.

Riesgo Biológico

Posibilidad de exposición a virus, plagas y en general factores de índole epidémico o endémico.

Riesgo Químico

Potencial exposición a radiaciones, emisiones toxicas de gases y/o vapores contaminantes e incendios.

Riesgo Físico

Posible exposición a ondas sonoras muy elevadas y ruidos contaminantes, colisiones e impactos, volcamiento, deslizamientos, explosión, rotura y averías de maquinarias, etc.

Riesgo Político

Posibilidad de guerras, conflictos, política monetaria y/o fiscal, con especial énfasis en las materias cambiaria y tributaria.

Riesgo Jurídico

Potenciales cambios en el marco jurídico y legal, tales como decretos, leyes y reglamentos, expropiaciones y nacionalizaciones.

Riesgo Tecnológico

Posibles avances técnicos, cambios tecnológicos, nuevos procesos y obsolescencias.

Riesgo Socio-Cultural

Relacionado con huelgas generales, insurrección popular, desorden público, cambios sociales, cambios de moda, patrones religiosos, etc.

Anexo No. 2

Glosario de Términos Geográficos

(IGVSB, 2002)

Actualización Cartográfica

Proceso de revisión y modificación de la información gráfica y temática, con el fin de que la cartografía recoja los cambios habidos en el tiempo en el territorio que representa.

Base de Datos Geográficas

Es una representación o modelo de la realidad territorial. Contiene datos sobre posición, atributos descriptivos, relaciones espaciales y tiempo de las entidades geográficas, las cuales son representadas mediante el uso de puntos, líneas, polígonos, volúmenes o, también, por medio de celdas.

Cartografía Básica

Cualquiera que sea la escala de su levantamiento, aquella que se realiza de acuerdo con una norma cartográfica establecida por la Administración del Estado, y se obtiene por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre. La norma cartográfica será establecida por Orden del Ministro de la Presidencia, tratándose de cartografía terrestre, o por Orden del Ministro de Defensa, en el caso de cartografía náutica.

Cartografía Derivada

Es la que se forma por procesos de adición o generalización de la información topográfica contenida en cartografía básica preexistente.

Cartografía Temática

Es la que, utilizando como soporte cartografía básica o derivada, singulariza o desarrolla algún aspecto concreto de la información topográfica contenida en aquellas, o incorpora información adicional específica.

La Cartografía Temática incorpora de manera precisa y comunicativa la mayor cantidad de información asociada al tema del mapa en aras de buscar una fácil lectura y comprensión para todos los usuarios de dichos mapas.

El tema, el usuario, el propósito y la escala del mapa, junto con las características de la zona a cartografiar, definen el tipo y la cantidad de información a incluir así como la representación y la simbología a utilizar.

Las temáticas a representar son muy diversas y engloban tanto variables materiales (tangibles) como inmateriales (intangibles), ya que ambas son cartografiables sobre el espacio.

Coordenadas Geográficas Geoconcentricas

El plano meridiano geodésico es el semiplano que contiene a la vez la normal y el semieje menor del elipsoide. La longitud geodésica es el ángulo diedro de dos planos meridianos en el cual uno de ellos se toma como origen. La latitud geodésica es el ángulo que forman la normal con el plano ecuatorial que contiene el gran eje del elipsoide.

Esto nos da una dirección y no un punto. La insuficiencia de la geodesia bidimensional conduce a la definición de una tercera magnitud, distancia del punto al elipsoide medida sobre la normal y llamada altura elipsoidica

Datum

Punto fundamental del terreno, determinado por observación astronómica, con el que se enlazan los extremos de la base del primer triángulo de una cadena de triangulación y que sirve de origen a todas las coordenadas geográficas de la red.

Es el elipsoide usado para representar matemáticamente la superficie terrestre. Los datums geodesicos definen el tamaño y la forma de la tierra y del origen y de la orientación de los sistemas coordinados usados para trazar la tierra. Los centenares de diversos datums se han utilizado para enmarcar descripciones de la posición desde que las primeras estimaciones del tamaño de la tierra fueron hechas por Aristotle. Datums se ha desarrollado de esos que describían una tierra esférica a los modelos elipsoidales derivados a partir de años de medidas basadas en los satélites.

Datum Geodésico

Conjunto de parámetros que determinan la forma y dimensiones del elipsoide de referencia.

Formato Raster (GIF, JPEG, TIFF)

La cartografía digital precisa de modificaciones en diseño y composición que garanticen su legibilidad en formatos de papel. El formato raster (GIF, JPEG, TIFF...) es muy útil para composiciones que no precisen grandes calidades de impresión y son ideales para acompañar estudios y documentos.

Fotografía Aérea

Instantánea de la superficie terrestre o de cualquier otro cuerpo celeste tomada verticalmente o con un ángulo determinado desde un avión u otro vehículo espacial.

Fotografía Multiespectral

Fotografía tomada con una cámara multiespectral o con un ensamblaje de varias cámaras con distintos filtros para cubrir distintas porciones del espectro visible y de la región infrarroja cercana.

Fotogrametría

Conjunto de métodos y operaciones que permiten la confección de mapas topográficos y planos a partir de fotos aéreas o terrestres.

Fotogrametría Aérea

También denominada *aerofotogrametría*, utiliza fotografías aéreas. La cobertura fotográfica de un territorio se realiza mediante tomas verticales, utilizando una escala de clisés que varía con la altura de vuelo y la distancia focal de la cámara.

Fotointerpretación:

Interpretación de la superficie del terreno a partir de fotogramas.

Fotomapa:

Mapa realizado mediante la adición de información marginal, datos descriptivos y un sistema de referencia a una fotografía o conjunto de fotografías.

Geodesia

Ciencia que tiene por objeto el determinar las dimensiones y figura de la Tierra. A partir de coordenadas geodésicas con la latitud y longitud se puede precisar la localización de un punto en la superficie terrestre.

GPS

Sistema de posicionamiento con satélites (*Global Positioning System*) que desde sus orígenes en 1973 ha supuesto una revolución frente a las técnicas utilizadas en geodesia clásica. La precisión métrica en un principio era la necesaria para la navegación en tiempo real, pero pronto se puso de manifiesto la posibilidad de sus aplicaciones en geodesia, al permitir conocer la posición del observador con precisiones similares a las de los métodos clásicos, mediante el postprocesado de datos, siendo en la actualidad un instrumento capaz de satisfacer demandas dentro de los campos de la Geodinámica y la Geofísica. La idea básica del sistema es la medida de distancias entre el aparato receptor y al menos cuatro satélites de la constelación NAVSTAR, de manera que la primera operación es conocer la posición del satélite en

una época determinada por medio de los parámetros orbitales radiodifundidos en el mensaje de navegación. De esta manera, y mediante el tratamiento de los observables GPS (medidas de fase, tiempo y pseudodistancias) se puede conocer la posición en postproceso de la antena del receptor, cuyas coordenadas vendrán dadas en el sistema de referencia WGS 84, por lo que habrá que realizar una transformación de este sistema al sistema de referencia local que se precise

El sistema de satélites llamado Navstar, consiste en 24 satélites a una órbita de 20.500 Km., sobre la tierra y viajan a más de 4.500 Km/hora dando la vuelta al mundo 2 veces por día. Funcionan con energía solar y poseen propulsores para mantener su curso. El proyecto de billones de dólares creado por la defensa Estados Unidos se completó en el año 1994. Estos satélites envían señales de radio en muy baja frecuencia denominadas L1, L2. En el caso de los GPS civiles operan en la frecuencia L1, que es transmitida en UHF de 1575.42 MHz que son capaces de atravesar objetos blandos, como vidrios, plásticos, ropa, etc. pero no objetos sólidos como montañas, ni edificios es por esto que el GPS debe usarse al aire libre o con vista al cielo. Se necesitan 3 satélites para ubicar nuestra posición y un cuarto para mostrar nuestra altitud

Landsat

Serie de satélites construida por NASA, dedicados específicamente a la detección de recursos naturales.

Modelos de Elevación Digital

En representaciones del uso de la tierra, de series de suelos, o unidades geológicas, la forma de la tierra se percibe usualmente como una superficie de variación continua, que no puede representarse apropiadamente como un mapa en dos dimensiones. Cualquier representación digital con variación continua del relieve en el espacio, se

conoce como un modelo de elevación digital (MED), antes modelo de elevación del terreno, pero éste último comprende sólo datos de elevación o superficie terrestre. Aunque los MED fueron originalmente desarrollados para modelar relieves, pueden ser usados para modelar la variación continua de cualquier atributo Z sobre una superficie en dos dimensiones, y son un complemento a las funciones de un SIG.

Navegador GPS

Receptor GPS de baja precisión que permite obtener posicionamientos absolutos en tiempo real de manera rápida. Utiliza como observables las pseudodistancias medidas sobre código C/A. La precisión a esperar puede variar desde los 50 m hasta una incertidumbre superior a los 100 metros en el caso de estar la disponibilidad selectiva activada

Ortofoto

Imagen fotográfica del terreno, con el mismo valor cartográfico que un plano, que ha sido sometida a un proceso de rectificación diferencial que permite realizar la puesta en escala y nivelación de las unidades geométricas que lo componen.

Ortoimágenes

Una ortoimagen es una imagen digital que ha sido procesada para corregir desplazamientos debido a la perspectiva del sensor y al relieve. La ortorectificación puede ser generada mediante dos métodos: Monoscópico: utiliza una imagen 2D y un modelo digital de elevación 1D (MDE) Estereoscópico: utiliza un par estéreo 2D+2D

En el caso monoscópico, la ortorectificación se realiza correspondiendo puntos de la imagen con un MDE. El resultado de este proceso es una imagen digital planimétricamente corregida que tiene una proyección ortogonal y se puede sobreponer sobre un mapa u otros datos georeferenciados

Como en un mapa, las coordenadas cartográficas de X e Y se pueden extraer de las ortoimágenes, esto permite que las imágenes sean utilizadas como información base exacta para análisis geoespacial. Sin embargo las ortoimágenes no contienen ningún valor de altura o de la información de Z, que si es posible obtener directamente del MDE

En contraste con el método monoscópico, en el método estereoscópico puede usar un par estéreo directamente para extraer las coordenadas cartográficas de X, de Y y de Z de la superficie a partir del modelo estéreo "virtual ". En este caso se tiene más información y consecuentemente provee información suplementaria para extraer las coordenadas X, Y y Z.

El proceso de rectificación de la ortoimagen (método monoscópico) es dependiente de la exactitud del DEM. Los errores del DEM se propagarán a través de la generación de la ortoimagen y del proceso de extracción de información de los datos. El remuestreo (resampling) es parte de la generación de la ortoimagen, agregando otra fuente del error al proceso, puesto que puede degradar la radiometría y la geometría de la imagen de tal modo que reduzca la interpretabilidad

Ortoproyección

Método riguroso de obtención de fotomapas. Corrige el error debido a la inclinación del eje de toma y relieve del terreno en pequeñas unidades geométricas de la fotografía original, de manera que las fotografías perfectamente ensambladas resultan una imagen fotográfica métrica del terreno.

Percepción Remota

Técnica para obtener información de un objeto o un proceso, por análisis de datos obtenidos mediante un instrumento que no está en contacto físico con los objetos. El tipo de datos susceptibles de ser obtenidos por percepción remota puede originarse en la distribución o cambios de diferentes fuerzas (gravedad, magnetismo), de ondas acústicas o de energía electromagnética.

La percepción remota de energía electromagnética es también llamada teledetección. La luz visible, la emisión infrarroja y las microondas son algunas expresiones que forman parte del espectro electromagnético y se propagan a la velocidad de 300.000 kilómetros por segundo.

Todo cuerpo sometido a temperaturas superiores a 0° Kelvin (-273°C), emite energía electromagnética. En este sentido la estrella Sol y el planeta Tierra se asemejan a cuerpos negros. El planeta no es un cuerpo negro perfecto y la intensidad de la energía emitida depende de las características del material que predomina en su superficie. El coeficiente de emisividad es una característica de la materia y ante una misma temperatura ambiente, dos cuerpos diferentes emiten distinta intensidad de energía.

Radar

Sistema activo de microondas que emite una haz energético sobre la superficie terrestre para luego recoger su reflexión sobre ella.

Raster

Conjunto de datos distribuidos en celdas y estructurados en filas y columnas. El valor de cada celda representa el atributo del elemento.

Red Geodesica

Una red es un conjunto de puntos relacionados físicamente a la corteza terrestre, para los cuales se describe una posición definida por coordenadas estimadas y sus variaciones

Red Mareografica

Red de Monitoreo del Nivel del Mar tiene como propósito obtener datos del nivel del mar en las costas e islas del País, validarlos, documentarlos, integrarlos a un Banco de Datos del Nivel del Mar y ponerlos a disposición del personal académico del departamento y de otras instituciones, así como del público en general.

A partir de los datos del nivel del mar observados, se elaboran las Predicciones de Marea (Tablas y Calendarios de Marea) y se determinan los principales Planos de Marea (Nivel Medio del Mar, Nivel de Bajamar Media Inferior, etc.) para cada una de las estaciones de la red

REGVEN

Red Geocéntrica Venezolana REGVEN se implantó por resolución del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (N° 10, del 22 de enero de 1.999), publicada el 03 de marzo de 1.999 en la Gaceta Oficial N° 36.653, el nuevo datum oficial para Venezuela es el Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur (SIRGAS), del cual forma parte la Red Geodésica Venezolana (REGVEN). Este nuevo datum se denomina SIRGAS – REGVEN. El datum anterior para Venezuela fue La Canoa – Hayford (PSAD-56). Actualmente PDVSA EPM tiene sus coordenadas referidas al datum La Canoa – Hayford y se encuentra en el proceso de evaluación del impacto de la implantación del nuevo datum SIRGAS – REGVEN en sus actividades geodésicas.

Parte de la evaluación de dicho impacto comprende la selección de los parámetros de transformación que serán utilizados para la migración de la data, la determinación de la capacidad de las bases de datos, softwares cartográficos y de aplicación, para el manejo de data georreferenciada, incluyendo migración de la data y estudio del manejo y flujo de la data dentro del Ambiente Integrado (AI) de PDVSA EPM. Con este trabajo se pretende cubrir esas necesidades y presentar una serie de recomendaciones para la implantación del Datum SIRGAS – REGVEN en las actividades geodésicas de PDVSA EPM y para los usuarios en general.

En Venezuela el datum geodésico vigente hasta el 1° de abril de 1999 fue La Canoa – Hayford o PSAD-56 (Provisional South American 1956). A partir de esa fecha el datum oficial de Venezuela es SIRGAS – REGVEN. El Sistema de Referencia Geodésico Nacional, lo materializa la Red Geocéntrica Venezolana REGVEN, en sustitución de la red de triangulación nacional de primer orden.

El Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional, hoy Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar -IGVSB-, oficializa la adopción del nuevo datum. Asimismo, pone a disposición de los usuarios, los parámetros de transformación PATVEN_98, calculados por el LGFS (Laboratorio de Geodesia Física y Satelital) a solicitud del mismo IGVSB, para efectuar la transformación entre PSAD-56, o La Canoa, y SIRGAS-REGVEN. Como consecuencia del cambio de datum, los entes oficiales y usuarios, suplidores o receptores de servicios, como es el caso de PDVSA Exploración, Producción y Mejoramiento (EPM), deben llevar a cabo la migración de la cartografía y coordenadas al nuevo datum, realizar nuevas mediciones, entre otros. El intercambio de data entre los diferentes entes, empresas o usuarios, manejo de la misma en el datum inadecuado, transformación de datum con parámetros incorrectos, entre otros, son factores que podrían generar problemas.

Sensor Remoto

Es el instrumento capaz de percibir los datos. En todos los sensores se pueden incorporar filtros para seleccionar rangos espectrales de la energía que se desea registrar (bandas o canales espectrales). De acuerdo a la plataforma y al sensor que se utilicen, los sistemas de sensores remotos se diferencian entre ellos por las siguientes características:

Resolución Temporal: Es la frecuencia de observaciones del sensor sobre un objeto. No depende del sensor sino de la plataforma.

Resolución Espacial: Es el mínimo detalle espacial (pixel) que registra un sensor. Depende del sistema óptico del sensor y de la altitud de la plataforma.

Resolución Espectral: Es la cantidad de bandas y sus respectivos rangos espectrales con que se capta la energía electromagnética.

Resolución Radiométrica: Es la capacidad de un sensor para registrar pequeños cambios de energía. Se mide en cantidad de niveles de grises o de cuentas digitales.

SIRGAS

Sistema Referencial Geocéntrico para América del Sur (SIRGAS), es una red compatible con las técnicas actuales de determinación de coordenadas, claramente asociadas al Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

El proyecto SIRGAS surgió en la Conferencia Internacional para la Definición de un Referencial Geocéntrico para América del Sur, realizada en 1993 en Asunción-Paraguay.

Sistema de Información Geográfica

Es el conjunto formado por Hardware, Software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación.

Teledetección

Técnica mediante la cual se obtiene información sobre la superficie de la Tierra, a través del análisis de los datos adquiridos por un sensor o dispositivo situado a cierta distancia, apoyándose en medidas de energía electromagnética reflejadas o emitidas por la superficie terrestre.

Triangulación

Conjunto de operaciones que tienen por objeto fijar sobre la superficie sobre la cual se quiere cartografiar la posición de los puntos claves que forman una red de coordenadas geográficas en un mapa.

UTM

El sistema de referencia rectangular conocido como Proyección UTM (Universal Transversa Mercator) que toma los relieves geográficos como un plano de manera de interpretar los datos sea mucho mas fácil y comprensible para cualquiera. De la Proyección UTM derivan las coordenadas UTM que son una superficie cuadrada sobre la tierra (el GPS marca una superficie de 1metro x 1metro), con lo cual obtenemos 60 husos, numerados del 1 al 60 de 6° grados de longitud y parten del meridiano 180° en sentido oeste-este. Estos husos a su vez son atravesados por 20 bandas identificadas desde la C a la X, que tienen una altura de 8° cada una y la banda X tiene una altura de 12°. Solo la línea central de una zona o husos del UTM coincide con un meridiano del sistema geodésico tradicional, no así las demás líneas de la cuadrícula UTM que indican el "norte de cuadrícula", a esta desviación con respecto al norte geográfico se le conoce como convergencia de cuadrícula. Los límites norte-sur de los husos de la UTM están comprendidos entre la latitud 84°N y la latitud 80°S, el resto del espacio terrestre queda sujeto a las coordenadas UPS (universal polar stereographic), es importante saber también que las líneas horizontales de la cuadrícula

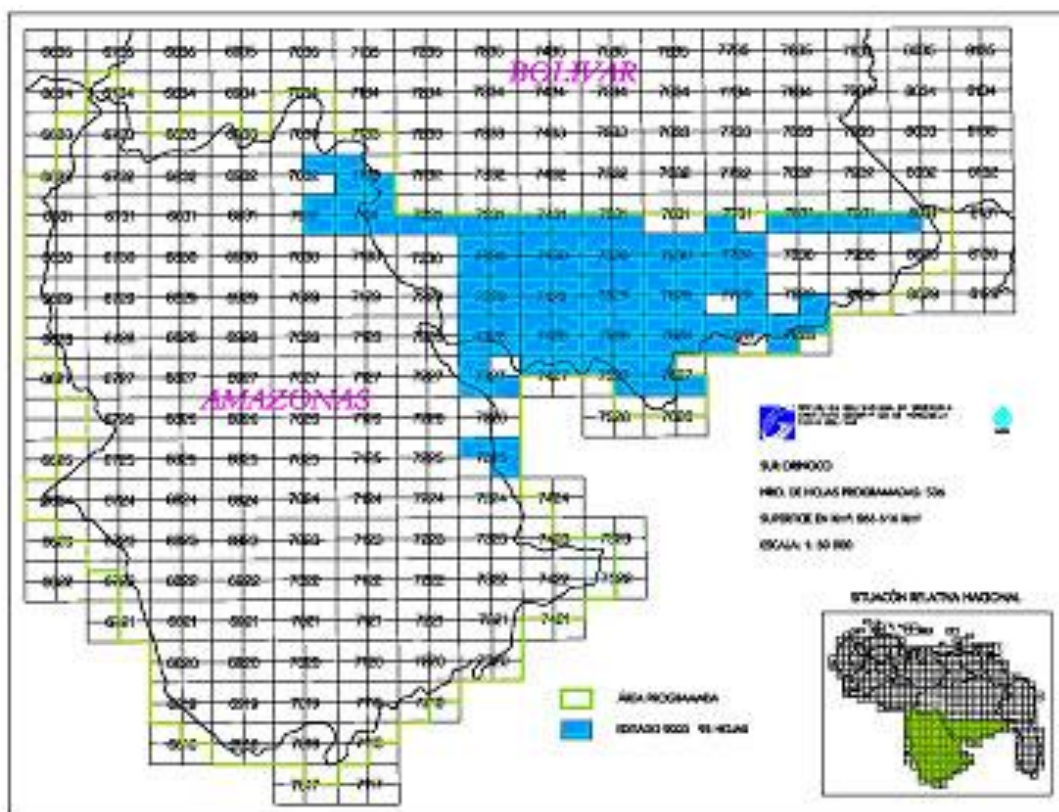
UTM no coinciden con los paralelos ya que se curvan a medida que nos desplazamos y nos alejamos de su origen. Las coordenadas UTM no tienen nunca valores negativos

Anexo No. 3

Proyecto CartoSur I

Características Técnicas

- Elaborado a partir de imágenes de radar aerotransportado interferométrico de apertura sintética, con una resolución de 5 metros.
- Formato .dgn.
- Proyección: Mercator Transversal.
- Cuadrícula de coordenadas: UTM
- Datum: SIRGAS-REGVEN.



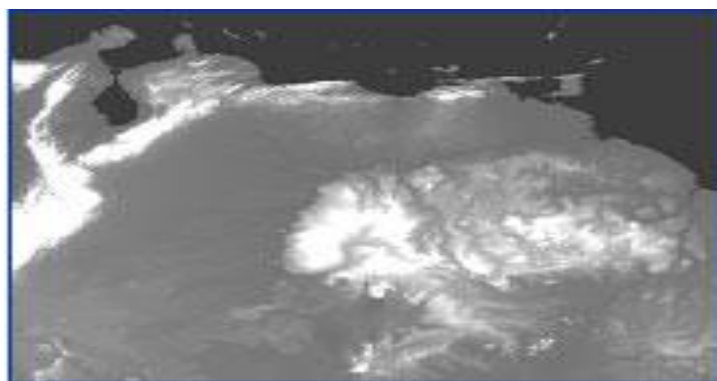
Fuente IGVS, 2005

Anexo No. 4

Proyecto Mapa Global

Características Técnicas

- Desarrollado a partir de la generalización de 2.256 mapas a escala 1:25.000
- La información territorial vectorial de las áreas sin cartografía se generó mediante la interpretación de las imágenes de satélite y fue digitalizada en pantalla
- En formato raster fueron procesadas cincuenta y cuatro (54) imágenes de satélite, tanto Landsat TM como Landsat 7 ETM+,



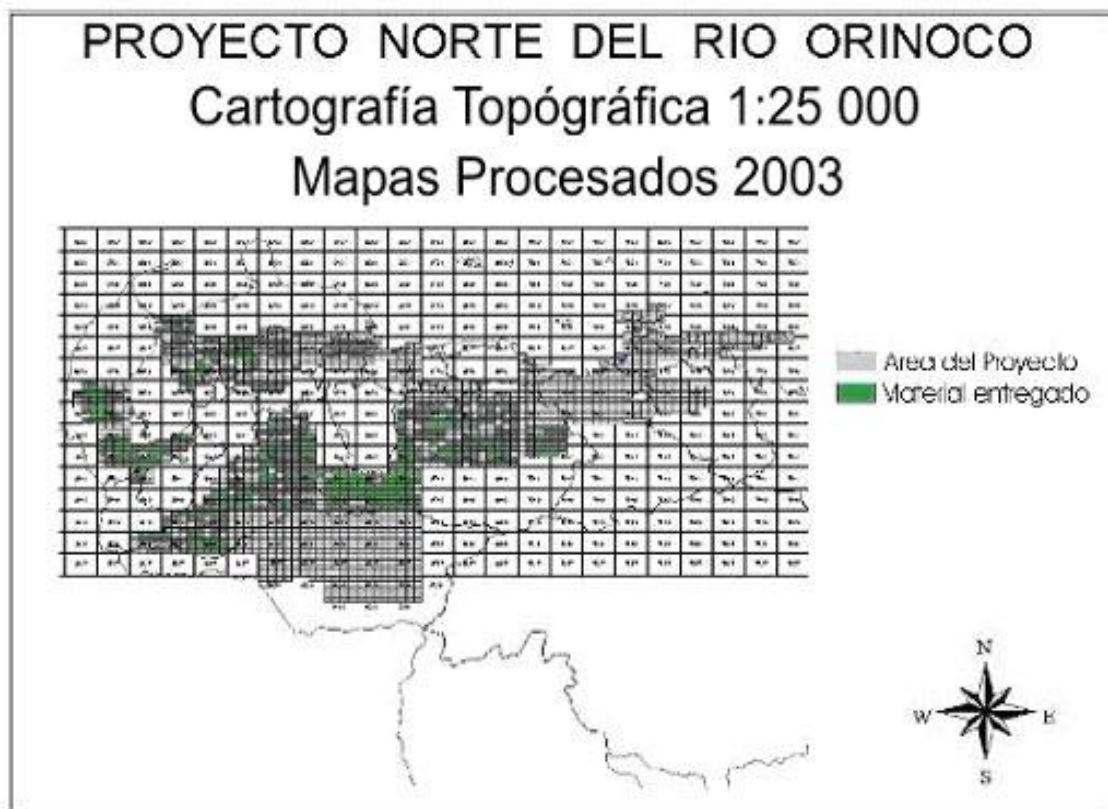
Fuente IGVSb, 2005

Anexo No.5

Proyecto Norte del Orinoco

Características Técnicas

- Generado a partir de fotografías aéreas en formato digital del año 1998, con una resolución de 0.9 metros.
- Formato dgn.
- Proyección: Mercator Transversal.
- Cuadrícula de coordenadas: U.T.M.
- Datum: SIRGAS-REGVEN



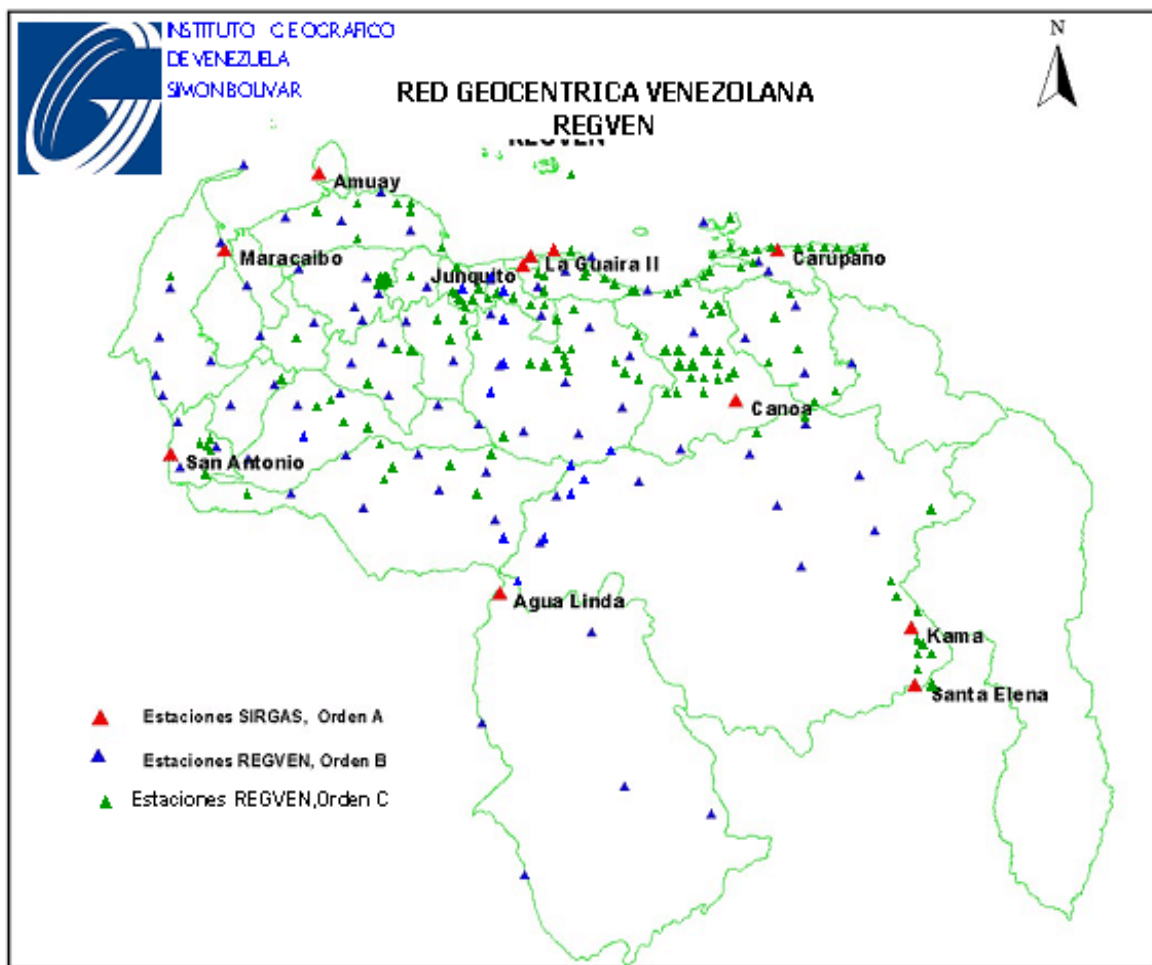
Fuente IGVS, 2005

Anexo No.6

Proyecto Red Geodésica Nacional

Características Técnicas

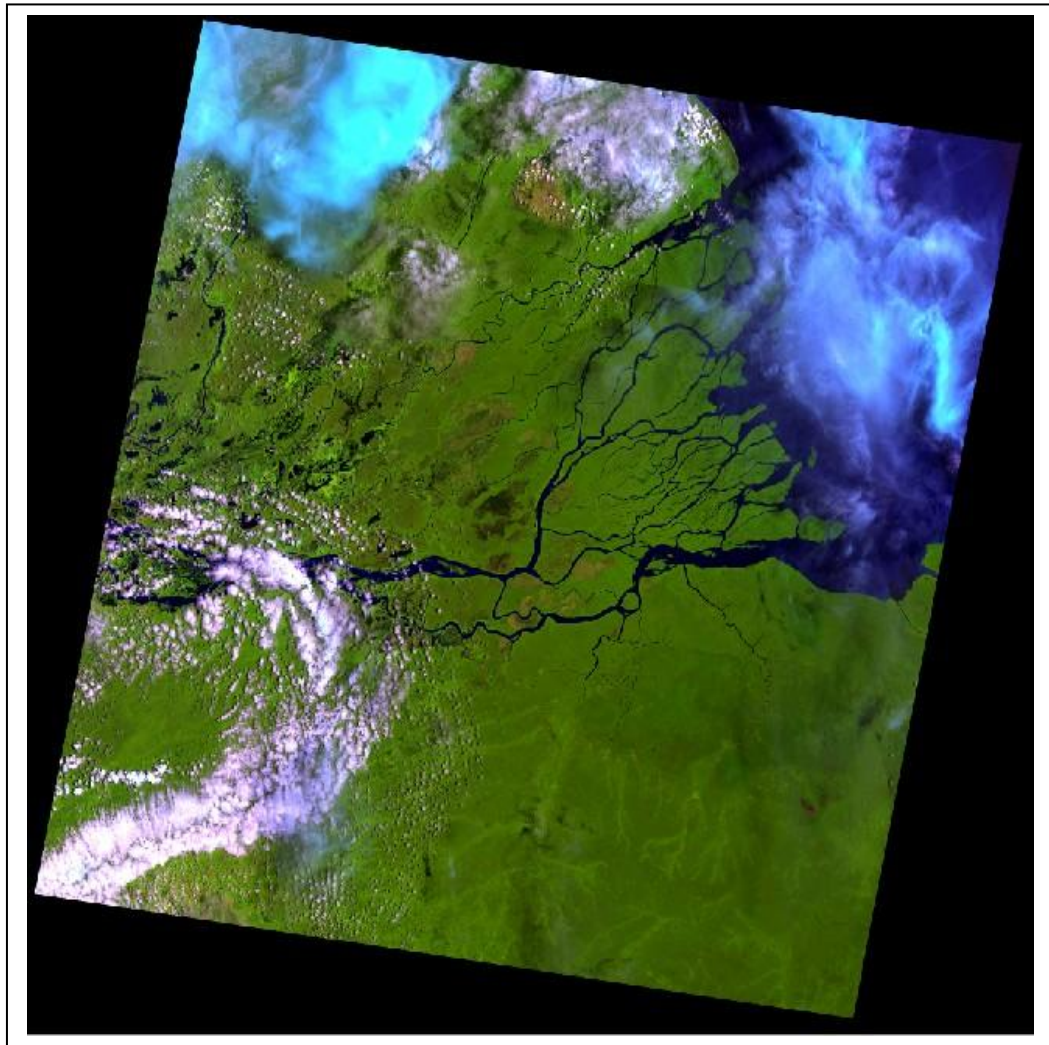
- Proyección: Mercator Transversal.
- Cuadrícula de coordenadas: U.T.M.
- Datum: SIRGAS-REGVEN



Fuente IGVSb, 2005

Anexo No.7

Imagen Landsat7 233/054 del 07/09/2000. Delta Amacuro-Venezuela



Fuente IGVS, 2005