



# LA EXPERTICIA, VARIABLE ASOCIADA AL ÉXITO EN LA CONSTRUCCIÓN

## THE EXPERTISE, VARIABLE ASSOCIATED WITH SUCCESS IN CONSTRUCTION

Eduardo Chollett<sup>1</sup>

Recibido 07/11/2022: Aprobado: 11/12/2022

DOI: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica241.3>

### RESUMEN

El desarrollo de esta investigación ha tenido como objetivo obtener un modelo matemático denominado *La Pitia* que aborde la capacidad de gestión de las empresas constructoras con la finalidad de que puedan responder ¿Por qué no se cumplen las fechas de entrega de las obras? ¿Por qué no se cumple con la calidad preestablecidas en las normativas? ¿Por qué no se cumple con la seguridad industrial? ¿Por qué se exceden en los costos planificados? ¿Por qué la gestión de obra se transforma en un factor generador de patologías? Es parte de un trabajo en el área de la prognosis en la construcción, cuyo alcance es predecir el éxito. En esa búsqueda, se obtuvieron funciones que modelan la capacidad de la empresa en reducir los riesgos que confrontará durante el proceso de ejecución, a las que se les ha denominado *Experticia*, la cual indica, cuán lejos o cerca se podría estar del éxito deseado en la ejecución de la obra. La gran mayoría de las empresas constructoras en Venezuela no se retroalimentan de los resultados obtenidos de sus obras, ni tienen un sistema de arreglo formal de data que permita realizar pronósticos confiables, razón por la cual, el desarrollo matemático de este trabajo se apoyó en conceptos del *Razonamiento Aproximado* y de la *Lógica Difusa*.

**Palabras clave:** *Curva S; Lecciones Aprendidas; La Pitia; Razonamiento Aproximado; Lógica Difusa*

---

<sup>1</sup>Eduardo Chollett, Ingeniero Civil, Especialista en Gerencia de Construcción, Cálculo Estructural y Patología de la Construcción, Asesor del Centro de Ingenieros del Estado Lara, Barquisimeto, Venezuela, Correo: [eduardochollett@gmail.com](mailto:eduardochollett@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9471-317X>

---

**ABSTRACT**

The development of this research had the objective of obtaining a mathematical model called *La Pitia* that addresses the management capacity of construction companies so that they can respond: Why are the delivery dates of the works not being met? Why is the quality pre-established in the regulations not being met? Why is industrial safety not complied with? Why are they exceeding planned costs? Why does construction management become a factor that generates pathologies? It is part of a job in the area of construction prognosis, whose scope is to predict success. In this search, functions were obtained that model the company's ability to reduce the risks that it will face during the execution process, which have been called Expertise, which indicates how far or close it could be to the desired success in the execution of the work. The vast majority of construction companies in Venezuela do not receive feedback on the results obtained from their works, nor do they have a formal data arrangement system that allows reliable forecasts to be made, which is why the mathematical development of this work was based on concepts of *Approximate Reasoning* and *Fuzzy Logic*.

**Keywords:** *S Curve; Lessons Learned; La Pitia; Approximate Reasoning; Fuzzy Logic*

## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo dotar a las empresas constructoras de una herramienta de pronóstico denominado *La Pitia*, permite visualizar cuan cerca podría estar de sus obligaciones y compromisos preestablecidas en una oferta, así como, realizar una auditoría técnica de las mismas, tanto interna como externa. Se analizaron 12 obras ejecutadas con las siguientes características: 8 en el sector industrial petrolero, con personal directo entre 200 a 2100 trabajadores y, 4 en el sector de viviendas entre 130 a 670 trabajadores, siendo los tiempos de ejecución entre 12 y 26 meses; todas estas obras tuvieron continuidad de ejecución desde el inicio hasta el final. Todas las empresas con diferentes características, las desviaciones estándar fueron importantes, no confiables, fundamentalmente por la incidencia del entorno.

Una de las conclusiones más importante de la investigación, basada en el poco tratamiento y vaguedad de la data originada en las obras; básica para el mejoramiento continuo del desempeño, señalado como *Lecciones Aprendidas*, fue el cuestionamiento de la utilización de modelos empíricos determinísticos como únicos, obligando a tratar la incertidumbre de la data para obtener resultados aceptables. Se recurre entonces a *Mapas Mentales* [1], para seleccionar y relacionar las variables consideradas importantes, así como el *Racionamiento Aproximado* [2], y la *Lógica Difusa* [3], para cualificarlas y cuantificar sus relaciones, asociándolas a una función de *pertenencia tipo sigmoide*, para las iteraciones entre ellas y obtención de resultados.

## 2. DESARROLLO

En la construcción, el éxito parte del aprendizaje a través de la experiencia, no es lo que te sucede, es aquello que haces con lo que te sucede, todo lo demás es información vaga.

Eduardo Chollett

### 2.1. Ecuaciones Normalizadas

Debido a la vaguedad de la data antes expuesta y la necesidad de formular funciones matemáticas sencillas para el pronóstico, se normalizaron las pertinentes al progreso físico acumulado *Curva S*, que es utilizada en todas las obras para el control de las horas hombre directas (HHD), la facturación y la de distribución acumulada de probabilidades; facilitando así el trabajo en el campo difuso.

La normalización parte del estudio de las diferentes funciones sigmoides, que se correlacionan bien con las diferentes *Curvas S*, y la búsqueda de una función general que las pudiera reemplazar, se obtuvo lo siguiente función *Sigmoide* tipo que sirvió de ajuste para varias obras:

$$\left( \frac{1}{1 + e^{-K(x+0,50)}} \right) \quad (1)$$

Función normalizada que sustituyen a la *Sigmoide*:

$$P = 0,50 * \left\{ \text{seno} \left[ \left( \pi * \left( \frac{t}{T_p} - 0,50 \right) \right) \right] + 1 \right\} \quad (2)$$

Donde:

*P* Progreso físico acumulado

*T<sub>p</sub>* Tiempo planificado de la ejecución de la obra

Esta función (2) también será utilizada como distribución de probabilidad acumulada, debido a su morfología y relaciones muy parecida a la *Curva S* y la *Distribución Normal*, facilitando calcular el valor probable de un evento o la certeza de una data, partiendo de una probabilidad vaga asignada, según se indica a continuación.

$$Pb = a * 0,50 * \left\{ \left( \text{seno} \left[ \pi * \left( \frac{b}{c} - 0,50 \right) \right] + 1 \right) \right\} \quad (3)$$

Donde:

*Pb* Probabilidad de un evento o data, partiendo de una probabilidad asignada e incierta

*a* Magnitud del evento, de la data vaga o aproximada

*b* Probabilidad estimada o vaga de ocurrir el evento o la certeza de la data

*c* Valor máximo de la escala preestablecida de la probabilidad de b

Función normalizada de *P* o función del *progreso físico acumulado, en función del tiempo*

(tres ramas), del avance físico y el comportamiento del flujo de caja:

$$\begin{aligned}
 \text{Si } t < \frac{1}{3} T_p; \quad P &= 0,50 * \left\{ \text{seno} \left[ \pi * \left( \frac{t}{T_p} - 0,50 \right) \right] + 1 \right\} \\
 \text{Si } \frac{1}{3} T_p < t < \frac{2}{3} T_p; \quad P &= 1,50 * \frac{t}{T_p} - 0,25 \\
 \text{Si } t > \frac{2}{3} T_p; \quad P &= 0,50 * \left\{ \text{seno} \left[ \pi * \left( \frac{t}{T_p} - 0,50 \right) \right] + 1 \right\}
 \end{aligned} \tag{4}$$

Donde:

$T_p$  Tiempo planificado de la ejecución de la obra

$t$  Tiempo transcurrido

La derivada de la rama recta de (4) es:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{1,50}{T_p} = ppmáx \tag{5}$$

Donde:

$$T_p = \frac{1,50}{ppmáx} \tag{6}$$

Obteniéndose la velocidad máxima de consumo laboral, herramienta importante para la toma de decisiones en planificación del progreso físico y financiera.

$$Vcl1 = ppmáx * HHDp \tag{7}$$

Donde:

$Vcl1$  Máximo consumo laboral durante el máximo progreso físico típico de la empresa

$HHDp$  Horas hombre directas planificadas

$ppmáx$  Progreso máximo de la obra

Esta función de  $P$  en tres ramas es una modificación a la propuesta indicada en [4], debido a la necesidad de normalizar y obtener las menos ecuaciones posibles, facilitando así su aplicación. En el desarrollo del *Modelo Difuso* explicado en el punto 4.4 las formulaciones para determinar el valor probable de las variables, si bien se sigue el procedimiento de elaborar las escales de valores cualitativos por *Los Expertos*, se establecen funciones condicionadas para tratar la *Certeza de la Data (CD)* y su valor probable.

## 2.2. ¿Qué es el Éxito?

Se podría definir como el menor daño al logro preestablecido o pronosticado durante el proceso productivo, debido a la capacidad resolutoria de la empresa. En la Figura 1 se indica las diferentes disciplinas y condiciones que generalmente se establecen en una oferta; alcanzar estos objetivos definen el *Éxito* en la construcción.



Figura 1. El Éxito. Fuente: el autor

Pudiéndose expresa a través de las siguientes expresiones:

$$\text{Éxito} = 1 - \text{Factor Reductor} * \text{Daños} \quad (8)$$

Donde Daños  $\approx$  Peligro x Vulnerabilidad  $\approx$  Riesgos (mientras más riesgos, más probabilidad de Daños); por lo tanto, sustituyendo en (8)

$$\text{Éxito} = 1 - \text{Factor Reductor} * \text{Riesgos} \quad (9)$$

El *Factor Reductor de Riesgos* = La *Experticia*

La *Experticia* =  $f(\text{Aprendizaje}, \text{Experiencia}, \text{Residencia Organizacional}, Vc1/Vc2)$

Los Riesgos a lo que estará sometida la empresa durante la construcción de la obra se clasifican en: Externos, Internos y Financieros, cuyo estudio y desarrollo de ellos no forman parte del alcance de este documento.

### 2.3. El Aprendizaje

Conocimiento y habilidad adquiridos a través de la repetición de actividades similares, en diferentes escenarios y durante un tiempo determinado. Para efecto de esta investigación se consideró la expresión, desarrollada empíricamente obtenida de correlaciones de la data estudiada, por lo que la formulación es propia, no tiene referencia precedente.

$$\text{Aprendizaje} = (R * L * CR)^c \quad (10)$$

Donde:

- R Repetición, Equivalente a Obras similares / Obras totales ejecutadas
- L Logros alcanzados. Desarrollo de la empresa en lograr objetivos establecidos en la oferta, tales como: tiempos de ejecución, consumo laboral, calidad.
- C Complejidad de la obra. Pretende diferenciar y cuantificar dificultades entre repeticiones lo que para una empresa considera normal, para otra compleja o muy compleja  $0,25 \leq C \leq 1$ ; siendo para una obra sencilla  $C \approx 0,25$ , para una muy compleja

$$C \approx 1$$

*CR* Conocimiento que se retiene durante un tiempo determinado entre obras, depende del tiempo de paralización de la empresa y la rotación de su personal. Se estudió la propuesta realizada por el psicólogo Herman Ebbinghause [5], sobre la *Curva del Olvido* y se desarrolló la siguiente función:

$$C.R = \text{Exp}^{\{-[Tpe/Tte + (1 - \zeta) * \%Rotación de personal]\}} \quad (11)$$

Donde:

*Tpe* Tiempo paralizado de la empresa

*Tte* Tiempo total de la empresa

$\zeta$  % del personal con experticia del trabajo a realizar

Ejemplo de aplicación en el caso de una obra:

**Tabla 1.** Estimación del valor del Aprendizaje. Fuente: el autor

| <i>R</i> | <i>L</i> | <i>Tpe</i><br>(años) | <i>Tte</i><br>(años) | $\zeta$ | Rotación<br>Personal | <i>CR</i> | <i>C</i> | Aprendizaje |
|----------|----------|----------------------|----------------------|---------|----------------------|-----------|----------|-------------|
| 0,70     | 0,75     | 2                    | 10                   | 0,50    | 0,50                 | 0,64      | 0,50     | 0,58        |

La Formulación de *CR* también indica, que esta empresa al iniciar un nuevo trabajo tendría un olvido del  $(1-0,64) = 36\%$ .

## 2.4. La Experiencia

Es un factor reductor de riesgos desarrollado por la habilidad en aplicar el aprendizaje adquirido a través del tiempo, en la repetición de obras de una misma tipología o similares.

Expresado por:

$$\text{Experiencia} = (1 - \text{Aprendizaje}) \quad (12)$$

Siguiendo con el ejemplo anterior y aplicando (7), la empresa estudiada tendría:

$$\text{Experiencia} = (1 - 0,58) = 0,42; \quad 0,00 \leq \text{Experiencia} \leq 1,00$$

Mientras más *Aprendizaje*, el factor reductor de riesgos de la *Experiencia* tiende a 0,00

## 2.5. La Resiliencia Organizacional

Capacidad de la organización en la obra (dirección y logística) de absorber choques e impactos profundos, sin perder la capacidad de cumplir su misión, en otras palabras, construir pese a un entorno externo e interno, difícil y complejo. Debido a falta de información estadística y de bibliografía sobre el impacto de esta variable en el rendimiento y productividad de la obra, se propone una función integrada por variables que interactúan aumentando o disminuyendo el valor de la Resiliencia, tal como se indica en la Figura 2.



Figura 2. La Resiliencia Organizacional. Fuente: el autor

## 2.6. Vcl1/Vcl2

Esta relación de velocidades pico del consumo laboral es determinante en el cumplimiento del tiempo de ejecución y, en la cuantificación del músculo financiero necesario para terminar la ejecución de la obra; ya que la disminución de su valor minimiza la capacidad reductora de la Experiencia. En la Figura 3, que se muestra a continuación, se corresponde con una obra planificada para ser ejecutada en 18 meses, utilizando las ecuaciones normalizadas, en él se puede observar, que el progreso máximo necesario para la culminación de la misma es del orden del 8% mensual.

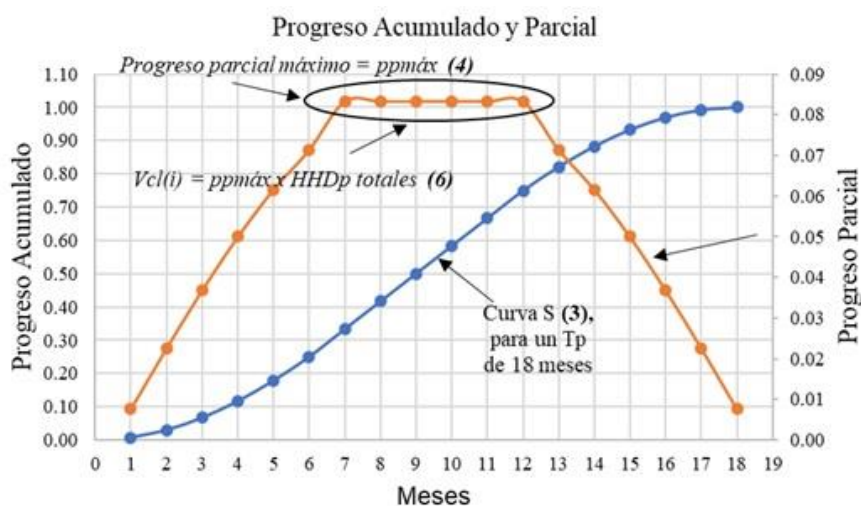


Figura 3. Curva S de obra planificada. Fuente: el autor

Supóngase que  $HHDp$  es 1000000, para un  $Vcl(i) = 0,08 * 1\ 000\ 000 = 80000\ HHDp/mes$ , lo que daría aproximadamente 500 trabajadores/mes. Si esta carga laboral fuese a su vez de fácil administración, para esa tipología de obra, se estaría hablando que  $Vcl(i) = Vcl1$ . Si  $Vcl2$

fuese de 800 trabajadores/mes, pondría en aprietos a la empresa, ya que exigiría un mayor esfuerzo de gestión y financiero, para lo cual la empresa no estaría preparada. Este escenario es el que mide la relación  $Vcl1/Vcl2$ .

### 2.7. La Experticia

Potencialidad reductora de riesgos de la empresa, desarrollada en el tiempo por la Experiencia, considerando la resiliencia de la organización en la obra y la Relación de Velocidades Pico del Consumo Laboral. Se representará por la función matemática empírica (4), desarrollada y definida por la interacción de las variables indicadas en la Figura 4:

$$La\ Experticia = (Experiencia)^{\alpha} (Resiliencia\ Organizacional * Vcl1/Vcl2) \quad (13)$$

Donde:

$Vcl1$  Máximo consumo laboral durante el máximo progreso físico típico de la empresa

$Vcl2$  Máximo consumo laboral esperado durante el máximo progreso físico de la nueva obra

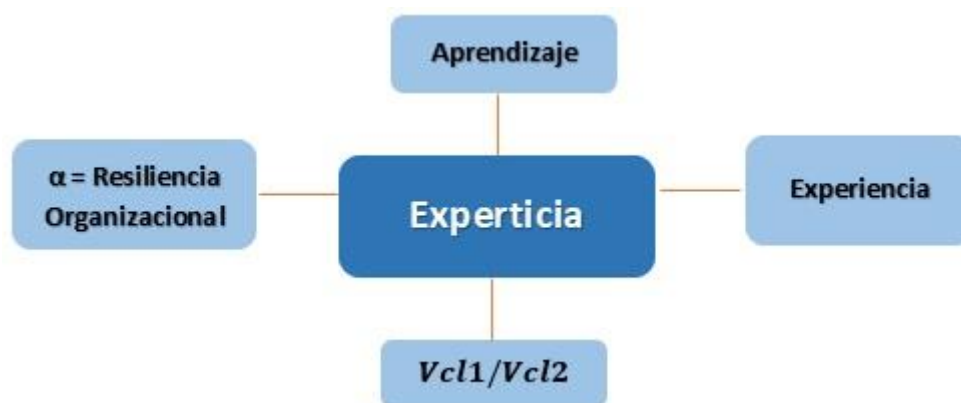


Figura 4. La Experticia. Fuente: el autor

Calculado el valor estimado de la Experticia, se estima la probabilidad de cuan cerca está del éxito o no, utilizando la función matemática que se ha desarrollado para este fin, considerando algunos aspectos de los estudios de motivación, productividad, rendimiento y fatiga humana de la ley de Yerkes-Dodson [6] [7], y las horas hombre directas perdidas ( $HHDpd$ ).

$$P.de\ Éxito = (1 \pm HHDpd) * \{1 - 0,50 * \{seno[\pi * (d - 0,50)] + 1\}\} \pm HHDpd \quad (14)$$

Donde  $d$  se identifica como *Experticia*, y resultados:

$$0 \leq Prob\ de\ Éxito \leq 1$$

Si bien en (14) viene del desarrollo matemático que se ha hecho de la interpretación de la ley de Yerkes – Dodson, puede formularse de una manera más sencilla, utilizando las equivalencias entre  $seno(x)$  y  $cos(x)$ :

$$P.de\ Exito = (1 \pm HHDpd) * 0,50 * [cos(\pi * d) + 1] \pm HHDpd \quad (15)$$



### 3. METODOLOGÍA

En una economía cuya única certidumbre es la incertidumbre, la mejor fuente para obtener ventajas competitivas duraderas es el conocimiento.

Ikujiro Nonaka

A continuación, se contemplan los métodos de cálculo para estimar el valor de la *Experticia*

#### 3.1. Método Determinístico

Se preestablece relación entre variables y no existe el azar. Basado en la data estudiada, se pudieron correlacionar las variables descritas, obteniéndose una formulación para *La Experticia* con cierto grado de incertidumbre, pero válida para una primera aproximación del valor esperado.

$$\begin{aligned} La\ Experticia &= Experiencia^{(\alpha * Vcl1/Vcl2)} \\ La\ Experticia &= (1 - Aprendizaje)^{(\alpha * Vcl1/Vcl2)} \\ La\ Experticia &= [1 - (R * L * C.R)^C]^{(\alpha * Vcl1/Vcl2)} \end{aligned} \tag{16}$$

Donde  $\alpha$  corresponde a la *Resiliencia* del personal indirecto en la obra.

Por ejemplo, utilizando la data del caso expuesto para la Tabla 1y las ecuaciones (16) se tiene los resultados expuestos en la Tabla 2:

**Tabla 2.** Estimación del valor de la Experiencia. Fuente: el autor

| <i>Experiencia</i><br>(13) | $\alpha$ | <i>Vcl1/Vcl2</i> | <i>La Experticia</i><br>(16) |
|----------------------------|----------|------------------|------------------------------|
| 0,42                       | 0,75     | 0,70             | 0,634                        |

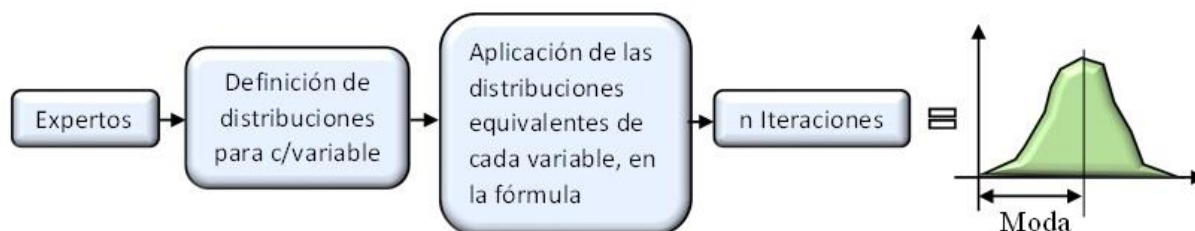
#### 3.2. Método Determinístico Estadístico

Nombre debido a la utilización del Modelo Determinístico por 5 *Expertos* (cantidad mínima para obtener consistencia estadística), con el objetivo de obtener un rango con 5 valores para *La Experticia*, eligiéndose entre ellos el más probable. ¿Quiénes son los *Expertos*? Son las personas responsables de la elaboración de las ofertas e involucra: la planificación, presupuestos, la gerencia general, la calidad y la seguridad industrial. Este personal puede ser aumentado según la importancia de la obra. Para determinar el valor probable, una vez conocido el rango, se recurrió al criterio de Herwicz [8] utilizado con 0,67% de optimismo y con 67% de pesimismo, tomando el valor pesimista como el más probable, debido siempre a la incertidumbre de las datas y criterios involucrados. Los resultados observados se plasman en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Valor Probable de la Experticia. Fuente: el autor

| Expertos | Experticia | Rango Student | Rango Hurwicz | Valor Probable  |
|----------|------------|---------------|---------------|---|
| 1        | 0,43       | (0,42; 0,63)  | (0,50;0,58)   | Se sugiere utilizar el valor máximo de Hurwitz = 0,58 |
| 2        | 0,52       |               |               |   |
| 3        | 0,65       |               |               |   |
| 4        | 0,48       |               |               |   |
| 5        | 0,55       |               |               |   |

Otra manera de obtener un rango y valor probable de la *Experticia*, es que los *Expertos* definan cada variable como una distribución de probabilidades triangular o uniforme (ver Figura 5). Tendrán un rango, y en caso de la triangular, definirán también el valor más probable en ella. Utilizando (16) se podrá simular la cantidad de iteraciones deseadas (no menos de 5000), obteniendo como resultado una distribución de probabilidades con una moda, que será el valor probable.

**Figura 5.** Secuencia Método Determinístico - Estadístico. Fuente: el autor

### 3.3. Metodología Apoyada en Lógica Difusa

Debido a la incertidumbre sobre la utilización de modelos determinísticos con data incierta, se recurre a los conceptos de la *Lógica Difusa*, la cual utiliza expresiones que no son completamente ciertas ni falsas, pero combinadas con escalas de valoraciones y funciones de pertenencia, conducen a resultados aceptables, por lo tanto, se crearon dos modelos; el primero es la utilización del *Modelo Determinista con Data Difusa* (incierto) y, la segunda un *Modelo Difuso*, denominado *La Pitia*.

*Modelo Determinista con Data Difusa.* Este modelo es una combinación de las expresiones en (16) con la metodología desarrollada en *La Pitia* (explicada más adelante), para determinar los valores probables de las variables que intervienen; así como la interacción entre ellas. Se parte de la elaboración de escalas elaboradas por los *Expertos*, donde se combinan términos lingüísticos para definir las variables, con escalas de valores tentativos de la importancia o participación de cada una de ellas en la función, los cuales son tratados con (3); a fin de obtener una certeza mayor sobre ellos y su interacción.

Por Ejemplo: ¿Cómo se determina el valor de la data para *Resiliencia Organizacional (RO)*? Los *Expertos* definen las escalas de valoración (incierto) de las variables que intervienen,

luego estiman la probabilidad de la certeza de cada una de ellas utilizando (3). A continuación, en la tabla 4, se presentan escalas de valoración tentativas, a manera de ilustración para Importancia, Certeza, Complejidad y Tiempo de Ejecución ( *Tp* ), que pudieran ser aplicadas por los  *Expertos* .

**Tabla 4.** Escalas Cualitativas. Fuente: el autor

| Importancia | Esc. | Certeza Data | Esc. | Complejidad   | Esc. | Tp (meses)   | Esc. |
|-------------|------|--------------|------|---------------|------|--------------|------|
| Muy Poco    | 1    | Muy Baja     | 1    | Sencilla      | 1    | Tp >= 26     | 1    |
| Poco        | 2    | Baja         | 2    | Med. Sencilla | 2    | 22 < Tp < 26 | 2    |
| Regular     | 3    | Regular      | 3    | Normal        | 3    | 22 < Tp < 18 | 3    |
| Alta        | 4    | Alta         | 4    | Compleja      | 4    | 18 < Tp < 15 | 4    |
| Muy Alta    | 5    | Muy Alta     | 5    | Muy Compleja  | 5    | Tp <= 15     | 5    |

El valor probable de las variables, se estiman aplicando (3), donde a = Participación o Importancia, b =  *Certeza de la data*  y c = 5 (valor máximo que puede tomar  *Certeza de la Data* ), quedando la  *Capacidad de Improvisar*  como:

$$Capacidad\ de\ Improvisar = 4 * 0,50 * \left\{ seno \left[ \pi * \left( \frac{3}{5} - 0,50 \right) \right] + 1 \right\} = 2,62 \quad (17)$$

Para la estimación de la  *Resiliencia Organizacional* , se utiliza nuevamente (3), con a = 1, b = Σ(valores) y c = Σ(valores máx.), y se obtiene:

$$Valor\ P\ de\ la\ RO = 0,50 * \left\{ seno * \left[ \left[ \pi * \left( \frac{\Sigma(Valores)}{\Sigma(Valores\ máx)} - 0,50 \right) \right] \right] + 1 \right\}$$

$$\Sigma(Valores\ máx) = N^\circ\ de\ variables * valor\ máximo\ de\ ellas = 9 * 5 = 45 \quad (18)$$

$$Valor\ probable\ de\ la\ RO = 0,50 * \left\{ seno * \left[ \pi * \left( \frac{28,43}{45} - 0,50 \right) \right] + 1 \right\} = 0,70$$

Se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 5.** Estimación de la Resiliencia Organizacional. Fuente: el autor

| Resiliencia Organizacional   |        |         |       |      |
|------------------------------|--------|---------|-------|------|
| Variabes                     | Escala | C. Data | Valor | RO   |
| Capacidad de Improvisar      | 4      | 3       | 2,62  |      |
| Resistencia a la Presión     | 5      | 4       | 4,52  |      |
| Flexibilidad Organizacional  | 3      | 4       | 2,71  |      |
| Actitud R. Técnica           | 4      | 4       | 3,62  |      |
| Complejidad                  | 2      | 5       | 2,00  | 0,70 |
| Previsión                    | 4      | 4       | 3,62  |      |
| G. b. Ambiente Laboral       | 3      | 5       | 3,00  |      |
| <b>Beneficios Económicos</b> | 4      | 4       | 3,62  |      |
| <b>Tiempo de Ejecución</b>   | 3      | 4       | 2,72  |      |
|                              |        | Σ =     | 28,43 |      |



Una vez calculadas todas las variables según la metodología señalada, se aplica (16) para la estimación de la *Experticia*.

### 3.4. Modelo Difuso La Pitia

Modelo donde no hay ecuación, las variables son inciertas, sus valoraciones y relaciones son determinados por los *Expertos*, permitiendo simular el conocimiento humano y mejorando los sistemas de decisión de un equipo de trabajo. Es un método predictivo que se podría catalogar como un proceso de *propagación hacia adelante* (Ver Figura 6).

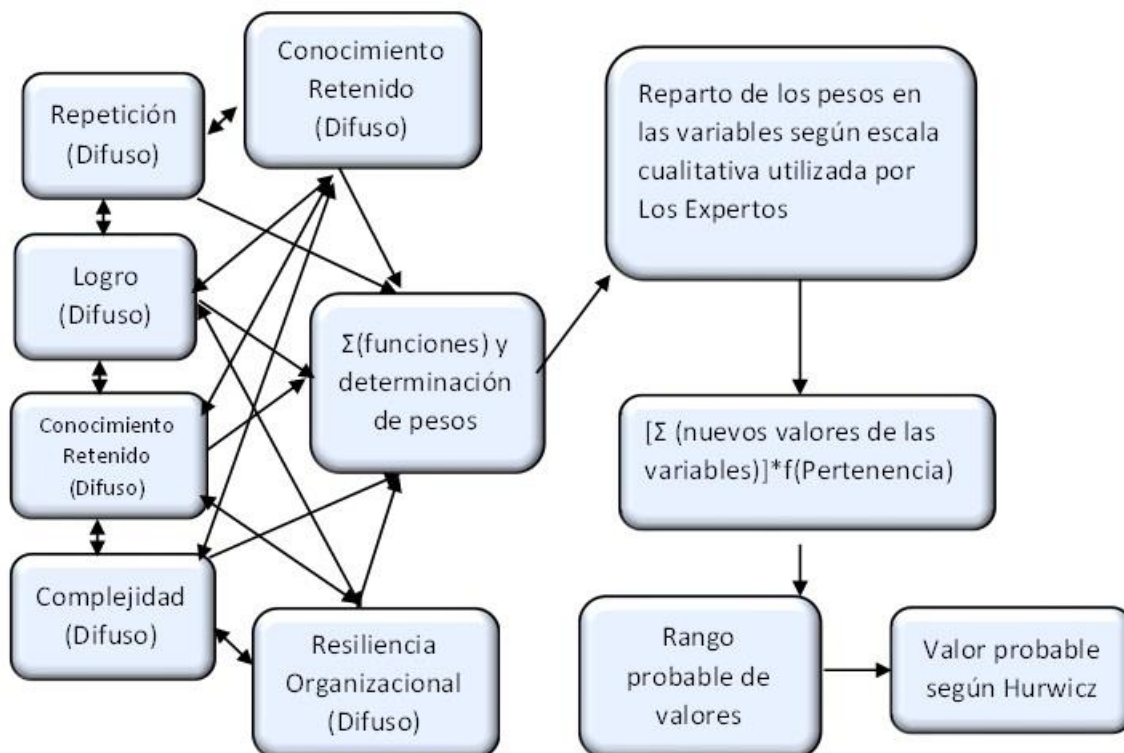


Figura 6. Modelo Difuso La Pitia. Fuente: el autor

¿Cómo se realiza la valoración e interacción de las variables que definen la *Experticia* con la intervención de los *Expertos*? Cada uno de ellos determinan los valores de las variables, cuidando las escalas de valoraciones, ya que, en este caso los mejores valores deben tender a cero utilizando funciones condicionadas. La interacción se realiza utilizando los pesos de las variables y la opinión de los *Expertos* según escala cualitativa, luego la iteración definitiva se realiza utilizando (2), donde  $a = 1$ ,  $b = \Sigma(\text{Valores})$  y  $c = \text{Nro de Variables}$ . Como ejemplo, en la Tabla 6 se muestra la estimación del valor de *C* o *Complejidad de la Obra*.

**Tabla 6.** Determinación de valores probables de las variables. Fuente: el autor

| C           | Esc. | CD       | Esc. | f(C)<br>(función condicionada) | CP<br>(función condicionada)   |
|-------------|------|----------|------|--------------------------------|--|
| Sencilla    | 1    | Muy Alta | 1    |                                | Si f (C) <=3,90, rango probable de los valores de CP = aleatorio [0,56;0,65] |
| M. Sencilla | 2    | Alta     | 2    | Si C.D <= 2 y C = 3;           |  |
| Normal      | 3    | Regular  | 3    | f(C) = C*1,30=3,90             |  |
| Alta        | 4    | Baja     | 4    |                                |  |
| Muy Alta    | 5    | Muy Baja | 5    |                                |  |

Estimado los valores probables de las variables, se encuentran los pesos de ellas, según se indica en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Variables y sus pesos. Fuente: el autor

| Variables                  | Valores | Σ(Valores) | Pesos |
|----------------------------|---------|------------|-------|
| Repetición                 | 0,75    |            | 0,181 |
| Logro                      | 0,65    |            | 0,157 |
| Conocimiento Retenido      | 0,80    | 4,15       | 0,193 |
| Complejidad                | 0,50    |            | 0,120 |
| Resiliencia Organizacional | 0,70    |            | 0,169 |
| Vcl1/ Vcl2                 | 0,75    |            | 0,181 |

Determinado los pesos, estos se repartirán en función del % Impacto que los *Expertos* consideren, según la Tabla 8 (acción de la variable Repetición sobre las demás). Y en la Tabla 9, el signo positivo del % *Impacto* disminuye el valor del resultado (-), y el negativo lo aumenta (+).

**Tabla 8.** Escala aplicable por los *Expertos*. Fuente: el autor

|                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| <b>Muy Fuerte Impacto Positivo</b> | <b>1,00</b> |
| Fuerte Impacto Positivo            | 0,75        |
| Mediano impacto Positivo           | 0,50        |
| Poco Impacto                       | 0,25        |
| Sin impacto                        | 0,00        |
| Poco Impacto negativo              | -0,25       |
| Mediano Impacto negativo           | -0,50       |
| Alto Impacto negativo              | -0,75       |
| Muy Alto Impacto Negativo          | -1,00       |

**Tabla 9.** Acción de Repetición sobre otras variables. Fuente: el autor

| Repetición | % Impacto | Variable    | Resultado |
|------------|-----------|-------------|-----------|
|            | 0,00      | Repetición  | 0,00      |
| 0,75       | 0,75      | El Logro    | -0,14     |
|            | 0,50      | C, Retenido | -0,09     |
| Peso       | 0,25      | Complejidad | -0,05     |
| 0,181      | 0,25      | Resiliencia | -0,05     |
|            | 0,25      | Vcl1/Vcl2   | -0,05     |

Los 5 *Expertos* realizaron esta interacción para cada variable, donde el valor de cada una de ella será al final la Σ (de sus Resultados); obteniéndose los siguientes valores por *Experto*:

**Tabla 10.** Iteración de variables de la Experticia y su valor probable. Fuente: el autor

|                       | Experto 1 | Experto 2 | Experto 3 | Experto 4 | Experto 5 | Nuevo Valores |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| Repetición            | 0,70      | 0,60      | 0,55      | 0,70      | 0,66      | 0,65          |
| El Logro              | 0,65      | 0,70      | 0,60      | 0,70      | 0,65      | 0,67          |
| Conocimiento Retenido | 0,80      | 0,75      | 0,65      | 0,75      | 0,70      | 0,75          |
| Complejidad           | 0,50      | 0,60      | 0,60      | 0,55      | 0,50      | 0,57          |
| Resiliencia           | 0,70      | 0,52      | 0,60      | 0,65      | 0,70      | 0,64          |
| Vcl1/Vcl2 =           | 0,80      | 0,70      | 0,75      | 0,70      | 0,80      | 0,77          |
| Interacción           | 0,78      | 0,72      | 0,69      | 0,76      | 0,75      |               |

Aplicando Hurwicz. La Experticia = 0,75

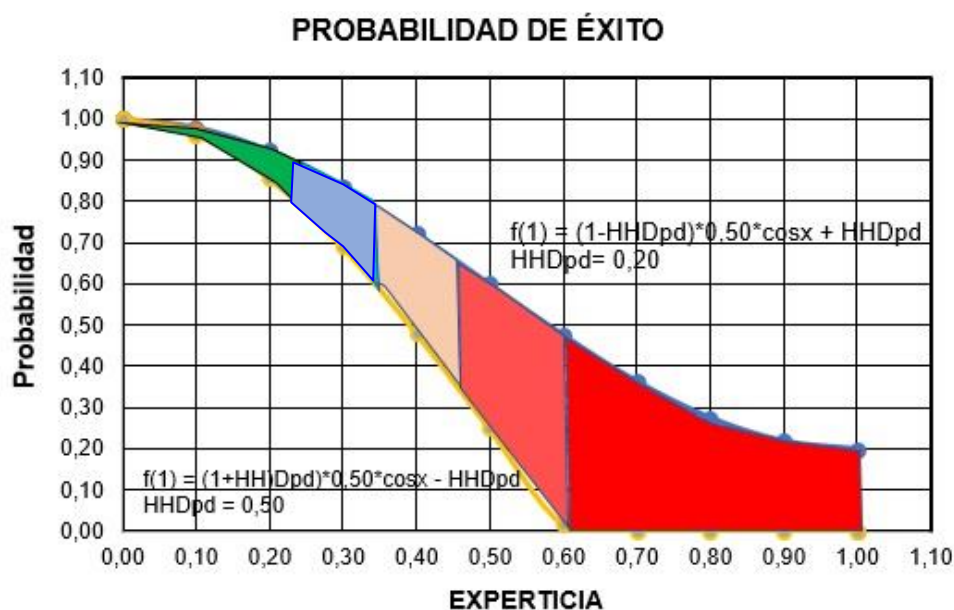
Aplicando (19) a fin de determinar la *Interacción de los Expertos*, se tiene por ejemplo para el Experto 1:

$$Interacción\ Experto\ 1 = 0,50 * \left\{ \left\{ \text{seno} \left[ \pi * \left( \frac{4,15}{6} \right) - 0,50 \right] + 1 \right\} \right\} = 0,78$$

La interacción de los 5 valores de los *Expertos*, para obtener el rango de valores donde podría estar la *Experticia*, según Hurwicz se tiene: un rango con un valor máximo probable = 0,75 y valor mínimo probable = 0,64. El valor que se sugiere considerar es el máximo.

#### 4. RESULTADOS

En su definición, la *Experticia* se asocia a la probabilidad de cuan cerca se está del éxito, y esto se determina utilizando las funciones (14) o (15), ambas producen el mismo resultado. Son funciones que dependen de las variables *HHDpd* y la *Experticia*. En la Figura 7 que se muestra a continuación, elaboradas con dichas funciones indican cuán lejos se está del éxito.



**Figura 7.** Relación Experticia y probabilidad del Éxito. Fuente: el autor



A continuación, se presenta La Tabla 11 donde se indican los rangos de valores de la *Experticia*, que acercarán o no a una empresa al éxito.

**Tabla 11.** Relación *Experticia*, Riesgos y Éxito. Fuente: el autor

| Experticia           | Reducción de Riesgos | Probabilidad de Éxito |
|----------------------|----------------------|-----------------------|
| $E \leq 0,25$        | Muy Buena            | Muy Alta              |
| $0,25 < E \leq 0,35$ | Buena                | Alta                  |
| $0,35 < E \leq 0,45$ | Regular              | Regular - Poca        |
| $0,45 < E \leq 0,60$ | Poca                 | Poca                  |
| $E > 0,60$           | Muy Poca             | Muy Poca              |

Una empresa especializada y con inversiones constantes en tecnologías del conocimiento y procesos constructivos, tiene una probabilidad muy alta de ser exitosa, ya que su *Experticia* estaría ubica en el siguiente rango:  $0,25 \leq Experticia \leq 0,35$ .

## 5. CONCLUSIONES

Lo que no se define, no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre.

Lord Kelvin

En Venezuela es algo dificultoso realizar investigaciones en el sector de la construcción, debido a que no se evidencia la cultura de tratar la data generada en las obras, implicado en ello la tecnología, más aún si esta es incierta, con el objetivo de permitir un buen desarrollo sensato y racional de la empresa. El modelo aquí expuesto de la *Experticia*, trata de minimizar el impacto de la incertidumbre en la construcción, a fin de poder tomar dediciones asertivas.

¿Qué se logra con este modelo propuesto?

- Pronosticar con una aproximación aceptable, el logro del éxito o no, antes de ejecutar una obra
- Organizar y optimizar la empresa
- Selección y calificación de empresas en procesos licitatorios
- Auditar una empresa
- Procesos de auditorías en contrataciones
- Las compañías de seguro podrán evaluar sus primas de fiel cumplimiento y responsabilidad patronal, debido a la confiabilidad de las empresas

- Selección de personal calificado
- Incorporar La Pitia y/o los Mapas Cognitivos Difusos, como herramientas de pronósticos en la carrera de la Ingeniería Civil

## 6. AGRADECIMIENTOS

A Costa Norte Construcciones C.A, empresa con más de 50 años construyendo en el sector petrolero, quien depositó en el autor la confianza, para ocupar cargos de dirección de obras medianas, grandes y complejas en ese sector; situación que permitió estudiar el comportamiento humano durante la producción, el funcionamiento de la organización y su relación con el cliente. Esta experticia adquirida en esos años ha permitido y facilitado exponer en este documento, las *Lecciones Aprendidas* en las áreas de gestión y pronósticos.

## 7. FINANCIAMIENTO

Propio del autor.

## 8. CONFLICTOS DE INTERESES

Ninguno.

## 9. REFERENCIAS

- [1] C. Ramírez, “*Razonamiento Aproximado y Adaptable en el Procesamiento de Consultas Vagas*” Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2008
- [2] D. Gamo y M. Suárez. “*Razonamiento con imprecisión: Lógica Borrosa. Departamento de Inteligencia Artificial (apuntes y ejercicios)*” Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España, 2017
- [3] J. Detlef, “*Mapas Mentales: organice sus proyectos*” traducción Blanca Jiménez Iglesias, Panamericana editorial, Bogotá, Colombia, 2016
- [4] J. R. Fernández, “*Análisis de la Curva de Producción Pública de VOP en Castilla – La Mancha*” Universitat Politècnica de València, España, 2015
- [5] V. Piqueras, “*La curva del Olvido*”, (El Blog de Víctor Piqueras), Universidad Politécnica de Valencia España, 2022, Disponible en: <https://www.iebschool.com/blog/curva-del-olvido-la-razon-por-que-no-recordamos-lo-que-aprendemos/>
- [6] M. Rodríguez, “La ley de Yerkes-Dodson: la relación entre el rendimiento y la motivación”, 2022, Disponible en: <https://lamenteesmaravillosa.com/la-ley-de-yerkes-dodson-la-relacion-entre-el-rendimiento-y-la-motivacion/>
- [7] C. Nickerson, “The Yerkes – Dodson and Performance” Simply Psychology, 2021, Disponible en: <https://www.simplypsychology.org/what-is-the-yerkes-dodson-law.html>
- [8] C. Rueda y M. Ortiz, “*Toma de decisiones en situación de certeza, riesgo e*



