

MAGDALENA RAQUEL GUZMAN RABELO

Versão Original

**APLICAÇÃO DO MÉTODO BDA (BAYESIAN DECISION ANALYSIS) PARA A
AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO NUMA INDÚSTRIA DE CERVEJA**

São Paulo

2019

MAGDALENA RAQUEL GUZMAN RABELO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO BDA (BAYESIAN DECISION ANALYSIS) PARA A
AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO NUMA INDÚSTRIA DE CERVEJA**

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Especialista em Higiene
Ocupacional

São Paulo

2019

Dedico esse trabalho a Deus que sempre
acompanha e guia meu caminho.

Aos meus pais Rosa e Francisco, por seu
amor e ensinamentos e ao meu noivo Willis
por seu apoio e motivação.

RESUMO

RABELO, Raquel Guzman. **Aplicação do método BDA (Bayesian Decision Analysis) para a avaliação da exposição ao ruído numa indústria de cerveja.** 2019. Monografia (Especialização de Higiene Ocupacional) – Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo 2019.

O presente trabalho visa apresentar os resultados da aplicação do método Bayesian Decision Analysis na avaliação de exposição ao ruído numa indústria de cerveja, situada na cidade de Lima – Peru, com o objetivo de determinar os perfis de exposição, que representa a cada grupo homogêneo de exposição (GHE) conformado. Para o desenvolvimento deste trabalho se começou com a coleta de informações de todos os processos e atividades, e foi usado o método observacional de agente e processo, para conformar os GHE para o agente ruído. No análise estatístico BDA, foi incorporado o critério do Higienista junto com os resultados da medição de ruído em unidades de dose, a fim de determinar a categoria de exposição AIHA que melhor representa a cada GHE. Os resultados demonstrarão que o método BDA nos dará uma categoria mais confiável quanto mais amostras houver, porém também permite o análise estadístico com pequenas quantidades de amostras, além disso permitiu incorporar os critérios do Higienista Ocupacional para a decisão final. Conclui-se que dos 21 GHE conformados, 5% são representados pela categoria 3, 33% são representados pela categoria 4, e 62% são representados pela categoria 5 da AIHA. Conclui-se também que devemos começar a decisão de controles com aqueles da categoria 5, nestes GHE as seguintes ações devem ser iniciadas: implementar a hierarquia dos controles, validação da eficiência dos protetores auditivos, doble proteção e priorizar controles de engenharia.

Palavras-chave: Grupo homogêneo de exposição. Avaliação de ruído. Indústria de cerveja. Bayesian Decision Analysis.

ABSTRACT

RABELO, Raquel Guzman. **Application of the Bayesian Decision Analysis (BDA) method for the assessment of noise exposure in a beer industry.** 2019. Monograph (Occupational Hygiene Specialization) - Continuing Education Program, Polytechnic School of the University of São Paulo, São Paulo 2019.

The present work aims to present the results of the application of the Bayesian Decision Analysis method in the noise exposure evaluation in a beer industry, located in the city of Lima - Peru, in order to determine the exposure profiles, which represents each similar exposure group (SEG) conformed. For the development of this work, it started with the gathering of information of all processes and activities, and the observational agent and process method was used to conform the SEG to the noise agent. In the BDA statistical analysis, the Hygienist criterion was incorporated along with the noise measurement results in dose units to determine the AIHA exposure category that best represents each SEG. The results will show that the BDA method will give us a more reliable category the more samples there are, although it allows working with small amounts of samples, also allowed to incorporate the Occupational Hygienist criteria for the final decision. It is concluded that of the 21 conformed SEG, 5% are represented by category 3, 33% are represented by category 4, and 62% are represented by category 5 of AIHA. It is also concluded that we should start the decision of controls with those of category 5, in these SEG the following actions should be initiated: implement the control hierarchy, validation of hearing protector efficiency, double protection and prioritize engineering controls.

Keywords: Similar Exposure Groups. Noise assessment. Beer industry. Bayesian Decision Analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distribuições de probabilidade do Método BDA.....	17
Figura 2 - Opção de categorização AIHA em <i>Generic Professional Judgment</i> <i>Prior</i>	20
Figura 3 - Opção de categorização AIHA em <i>Generic Professional Judgment</i> <i>Prior</i>	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites de Tolerância.....	13
Tabela 2 - Categorização de exposição baseado numa estimativa do 95 percentil relativo para o OEL.....	14
Tabela 3 - Categorias de controle de exposição para GHE por ruído.....	15
Tabela 4 - Instrumentos utilizados.....	24
Tabela 5 - Critério de conformação dos Grupos Homogêneos de Exposição.....	25
Tabela 6 - Quantidades de amostras por Grupos Homogêneos de Exposição conformados.....	27
Tabela 7 - Resultados da avaliação de ruído.....	28
Tabela 8 - Julgamento Profissional “ <i>Prior</i> ” concedidas aos Grupos Homogêneos de Exposição.....	31
Tabela 9 - Distribuição de probabilidades nas Categorias da AIHA para os GHE.....	32
Tabela 10 - Categoria AIHA que representa cada GHE.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIHA	<i>American Industrial Hygiene Association</i>
BDA	<i>Bayesian Decision Analysis</i>
DPG	Desvio padrão geométrico
EPI	Equipo de proteção Individual
GHE	Grupo homogêneo de Exposição
IHDA	<i>Industrial Hygiene Data Analyst</i>
LEQ	<i>Equivalent continuous sound level</i>
LT	Limite de Tolerância
NHO	Norma de Higiene Ocupacional – Fundacentro
OEL	Limite de Exposição Ocupacional
RM	Resolução Ministerial
SEG	<i>Similar Exposure Group</i>
TC	Taxa de troca
TWA	<i>Time Weighted Average</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

dB	Decibel
NE	Nível de exposição
D	Dose diária de ruído em porcentagem
T_E	Tempo de duração da jornada diária de trabalho
P (A)	Probabilidade de ocorrência do evento A
P (A B)	Probabilidade de ocorrência de A dado que B há ocorrido o está ocorrendo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVO.....	10
1.2 JUSTIFICATIVA.....	10
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 AVALIAÇÃO DO RUÍDO	12
2.1.1 Ruído contínuo ou intermitente	12
2.1.2 Dose de exposição ao ruído	13
2.2 GRUPOS HOMOGÊNEOS DE EXPOSIÇÃO	13
2.3 PERFIL DA EXPOSIÇÃO	14
2.4 CATEGORIAS DE EXPOSIÇÃO AIHA	14
2.5 MÉTODO BAYESIAN DECISION ANALYSIS (BDA)	15
2.5.1 Teorema de Bayes.....	16
2.5.2 Distribuições de probabilidade “prior”, “likelihood” e “posterior”	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 METODOLOGIA.....	22
3.1.1 Conformação dos Grupos Homogêneos de Exposição.....	22
3.1.2 Escolha de trabalhadores avaliados.....	22
3.1.3 Procedimentos de medição de ruído.....	23
3.1.4 Procedimento para a avaliação dos dados	23
3.2 MATERIAIS DA PESQUISA	24
3.2.1 Equipamentos para avaliação de ruído	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 GRUPOS HOMOGÊNEOS DE EXPOSIÇÃO DEFINIDOS	25
4.2 NUMERO DE AMOSTRAS POR GHE	27
4.3 RESULTADOS DA MEDIÇÃO DE RUÍDO	29
4.4 APLICAÇÃO DO METODO BAYESIANO	31
5 CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS.....	37
ANEXO.....	39
ANEXO A – CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO	39
APÊNDICE.....	59
APENDICE A - RESULTADOS OBTIDOS DOS GHE NO SOFTWARE IHDA.....	59

1 INTRODUÇÃO

O aumento da mecanização em todas as indústrias e na maioria das operações proliferou o problema do ruído. (NIOSH,1998, p.11). É assim que o higienista tem o trabalho da aplicação de estratégias para a prevenção das doenças ocupacionais, começando pela caracterização precisa da exposição ao ruído presente no local de trabalho, identificação subsequente dos trabalhadores afetados (NIOSH,1998, p.38), seguindo com a avaliação e controle. Sendo o problema mais comum na fase de avaliação, ao não ter a quantidade suficiente de amostras avaliadas, dificultando-se o uso de algum método estatístico para definir os perfis de exposição que representam a cada GHE. A decisão da implementação dos controles será baseada sobre o perfil de exposição e sua aceitabilidade, o higienista industrial deve analisar e interpretar dados usando ferramentas estatísticas e julgamento profissional. (Steven D. Jahn, William H. Bullock, Joselito S. Ignacio, 2015, p.73).

E assim que na presente monografia foi proposto empregar o novo método de análise estatístico Bayesian Decision Analysis (BDA) que permite incluir o julgamento profissional com amostras limitadas, para a avaliação da exposição ao ruído nos diferentes processos de uma indústria de cerveja, para definir os perfis de exposição, a fim de determinar a priorização de controles dentro do programa de Higiene Ocupacional.

1.1 OBJETIVO

Aplicação do método BDA para determinar o perfil de exposição ao ruído, que representa cada grupo homogêneo de exposição numa indústria de cerveja.

1.2 JUSTIFICATIVA

Um dos problemas na avaliação de exposição aos agentes ocupacionais numa indústria é a falta de quantidade de amostras necessárias para realizar um análise estatístico ademais disso, os métodos clássicos não permitem a participação do

critério do Higienista, estas condições dificultam a toma de decisão e priorização de controles dentro do programa de Higiene.

É por isso que se utilizara o método estatístico BDA, que dentro de suas características permite o uso de uma quantidade mínima de amostras para realizar uma análise estatística e integrar o critério do Higienista a seus cálculos para determinar os perfis de exposição de cada grupo homogêneo de exposição.

A escolha do tema e do tipo de empresa alvo estudado no presente trabalho, ocorreu pelo desejo de aplicar os conhecimentos do método estatístico, e a oportunidade de desenvolver um projeto de avaliação da exposição ao ruído numa indústria de cerveja.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 AVALIAÇÃO DO RUÍDO

A avaliação do ruído é feita para caracterizar e valorar a exposição dos trabalhadores e para tirar conclusões sobre o nível de exposição, que permita estabelecer medidas de controles para prevenir danos à saúde auditiva.

A avaliação da exposição ao ruído ocupacional é regulamentada através da RM N°375-2008 TR (PERU, 2008), do Ministério do Trabalho e Promoção do Emprego, que estabelece os Limites de Tolerância para ruído contínuo ou intermitente.

O procedimento técnico para a avaliação da exposição ao ruído ocupacional será baseado em a Norma de Higiene Ocupacional NHO-01 (Fundacentro, 2001)

2.1.1 Ruído contínuo ou intermitente

De acordo com NHO-01 (Fundacentro 2001, p. 14):

O critério de referência que embasa os limites de exposição diária adotados para ruído contínuo ou intermitente corresponde a uma dose de 100% para exposição de 8 horas ao nível de 85 dB(A). O critério de avaliação considera, além do critério de referência, o incremento de duplicação de dose (q) igual a 3 e o nível limiar de integração igual a 80 dB(A).

Na seguinte tabela 1, se mostra a comparação entre as normas NHO-01 e RM N°375-2008 TR, é importante mencionar que ambos consideram um fator de troca de 3 e nível limiar de 80 dB.

Tabela 1- Limites de Tolerância

Máxima Exposição Diária	Nível de Ruído dB (A) NHO-01	Nível de Ruído dB (A) RM N°375-2008 TR
8 horas	85	85
4 horas	88	88
2 horas	91	91
1 hora	94	94

Fonte: Adaptação NHO-01 e RM N°375-2008 TR

2.1.2 Dose de exposição ao ruído

Para a determinação da dose de exposição ao ruído, serão usados medidores integradores de uso pessoal (dosímetros de ruído), que atende as características específicas da norma. Neste caso o limite de exposição ocupacional diário ao ruído contínuo ou intermitente corresponde a dose diária igual 100%, o nível de ação é de dose diária igual a 50%, e o limite de exposição valor teto é 115 dB(A). NHO-01 (Fundacentro, 2001).

Os parâmetros que definiram a exposição do trabalhador, exposto ao ruído contínuo ou intermitente são a dose diária de ruído ou do nível de exposição, segundo NHO-01 (Fundacentro 2001, p. 14):

$$NE = 10 \times \log \left(\frac{480}{T_E} \times \frac{D}{100} \right) + 85 \quad [dB] \quad (1)$$

$$D = \frac{T_E}{480} \times 100 \times 2^{\left(\frac{NE - 85}{3} \right)} \quad (2)$$

Onde:

NE = nível de exposição

D = dose diária de ruído em porcentagem

T_E = tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho

2.2 GRUPOS HOMOGÊNEOS DE EXPOSIÇÃO

De acordo com Mulhausen, J. e J. Damiano (1998, p. 39):

Um Grupo homogêneo de Exposição (GHE) se define como “um grupo de trabalhadores que geralmente têm o mesmo perfil de exposição a um agente pela similitude e frequência das tarefas que realizam, a similitude dos materiais e processos com aqueles trabalham, e a similitude da maneira em que levam a cabo as tarefas. ”

2.3 PERFIL DA EXPOSIÇÃO

De acordo com Mulhausen, J. e J. Damiano (1998, p. 55):

Um perfil da exposição é a caracterização da variabilidade temporal (dia a dia) de níveis de exposição para um GHE. Para caracterizar um perfil de exposição se requiere um estimado da exposição e sua variabilidade, ademais de certo julgamento sobre que tão bom são estes estimados.

2.4 CATEGORIAS DE EXPOSIÇÃO AIHA

Uma ferramenta útil para caracterizar o perfil de exposição é a categorização da exposição. As categorias de exposição recomendadas pela AIHA são mostradas na tabela 2, esta categorização das exposições baseia-se numa estimativa do percentil 95 do perfil de exposição em relação ao Limite de Exposição Ocupacional (OEL). (Steven D. Jahn, William H. Bullock, Joselito S. Ignacio, 2015, p.307).

Tabela 2 - Categorização de exposição baseado numa estimativa do 95 percentil relativo para o OEL

Categorização do risco de Exposição do GHE	Percentil 95 relativo ao OEL
0	<1% do OEL (percentil 95 menor ao 0.01 x OEL)
1	<10% do OEL (percentil 95 menor ao 0.1 x OEL)
2	10-50% do OEL (percentil 95 entre 0.1 x OEL e 0.5 x OEL)
3	50-100% do OEL (percentil 95 entre 0.5 x OEL e 1.0 x OEL)
4	>100 del OEL (percentil 95 maior a 1.0 x OEL)

Fonte: Adaptado de (Steven D. Jahn, 2015)

Para propósitos de avaliação de exposição ao ruído, 8h TWA e porcentagem de dose são correlacionadas na tabela a seguir, baseada na sugestão de AIHA, esta tabela 3, apresenta como critério de nível 90dB e taxa de troca de 5, qualquer cambio dos critérios já mencionados se mantem os mesmos términos de porcentagem do limite ocupacional, para o correspondente TWA 8h que mudou. (Steven D. Jahn, William H. Bullock, Joselito S. Ignacio, 2015, p.198).

Deve-se notar que na tabela mostrada abaixo uma coluna foi adicionada com os dados para um TWA 8h de 85 dB (A) e taxa de troca de 3.

Tabela 3 - Categorias de controle de exposição para GHE por ruído

Categorias	TWA8 e Dose de ruído (90dB,TC 5)	TWA8 e Dose de ruído (85dB,TC 3)	Gestão Aplicável de controle
0	<56.8 dBA	<65 dBA	Treinamento opcional em prevenção da conservação auditiva.
<1% do OEL	<1%	<1%	
1	56.8 – 73.4 dBA	65 – 75 dBA	Treinamento opcional em prevenção da conservação auditiva.
<10% do OEL	1-10%	1-10%	
2	73.4 – 85 dBA	75 – 82 dBA	Treinamento opcional em prevenção da conservação auditiva, acompanhamento periódico da exposição.
10-50% do OEL	10-50%	10-50%	
3	85 – 90 dBA	82 – 85 dBA	Inclusão do programa de conservação auditiva, monitoramento da exposição, vigilância médica, os requisitos de EPI começam, considerar a hierarquia dos controles.
50-100% do OEL	50-100%	50-100%	
4	90 – 101.6 dBA	85 – 91.97 dBA	Implementar a hierarquia dos controles, Implementar controles de engenharia.
>100% do OEL	100-500%	100-500%	
5	>101.65 dBA	>91.97 dBA	Implementar a hierarquia dos controles, validação da eficiência dos protetores auditivos ,doble proteção, priorizar controles de engenharia.
(Múltiplos do OEL)	>500%		

Fonte: Adaptado de (Steven D. Jahn, 2015)

2.5 MÉTODO BAYESIAN DECISION ANALYSIS (BDA)

Este método de análise estatístico combina o julgamento profissional (u outra informação) com os dados disponíveis para chegar a uma decisão. É um método recomendado nas últimas publicações da AIHA, que cria probabilidades sobre as categorias de exposição que más se adeque ao perfil de exposição avaliado.

La estadística Bayesiana é uma rama da estadística que reconhece que as decisões raramente são baseadas só em dados.

2.5.1 Teorema de Bayes

O teorema de Bayes (lei de Bayes u regra de Bayes) descreve a probabilidade de um evento, dada alguma informação previa relacionada ao evento.

Enunciada matematicamente:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

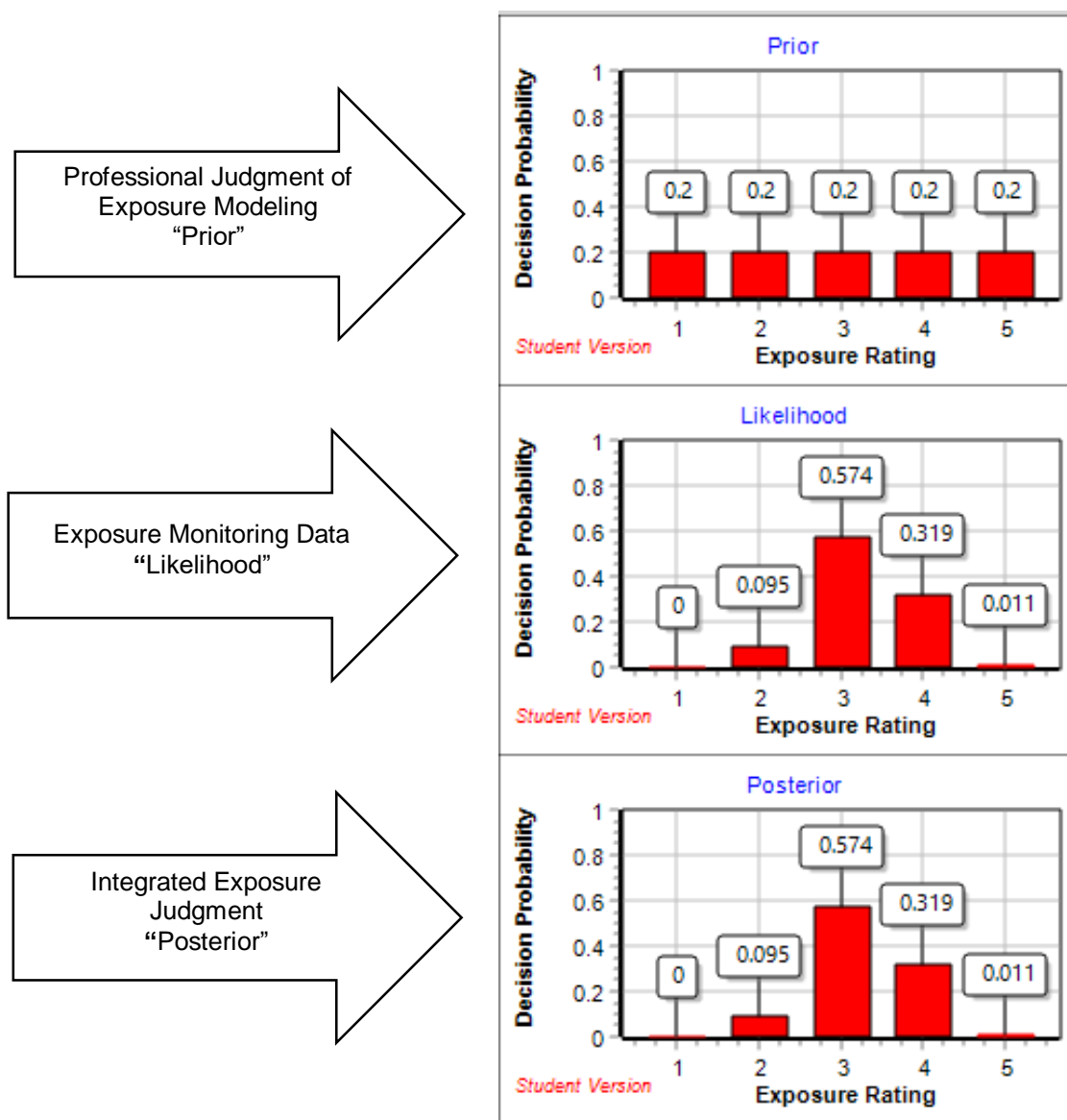
Onde $P(A)$ é a probabilidade de ocorrência do evento A, $P(B)$ é a probabilidade de ocorrência do evento B, $P(A|B)$ é a probabilidade de ocorrência de A dado que B há ocorrido o está ocorrendo, e $P(B|A)$ é a probabilidade de ocorrência de B dado que A já há ocorrido o está ocorrendo. Recordar que $P(A)$ e $P(B)$ são probabilidades independentes, enquanto que $P(A|B)$ e $P(B|A)$ são probabilidades condicionais.

O desenvolvimento da equação do teorema de Bayes aplicado a toma de decisão para a categorização da exposição resulta mais complexo, porém, contam com ferramentais de software que facilitam sua aplicação. (Mulhausen, J. e J. Damiano ,2010, p. 279)

O método BDA se enfoca em a necessidade de classificar a exposição potencial para um particular Grupo homogêneo de Exposição (GHE) em categorias de controle de exposição, pelo que se ajusta ao esquema de categorias de exposição da AIHA, brindando um alto grado de confiança sobre a categoria na que o estimado de percentil 95 se encontra.

Para os cálculos do método BDA é usada software de *Industrial Hygiene Data Analyst* (IHDA), que determinará as probabilidades de que o percentil 95 da exposição se encontre em cada uma das categorias de exposição AIHA. Os resultados usando este software incluem representações gráficas das distribuições de probabilidade “*prior*”, “*likelihood*” e “*posterior*” para sua interpretação como se mostra na figura 1.

Figura 1 – Distribuições de probabilidade do Método BDA



Fonte: Fonte: (Steven D. Jahn, 2015)

2.5.2 Distribuições de probabilidade “prior”, “likelihood” e “posterior”

A distribuição de probabilidade “prior” é usada para capturar quantitativamente a priori a crença do higienista industrial de que o verdadeiro percentil 95 do GHE (ou outra estatística) se enquadra em uma das cinco categorias de controle de exposição AIHA.

É determinada após considerar as informações de múltiplas fontes, incluindo o conhecimento do processo; modelos de exposição, dados históricos e outros dados aplicáveis e informações relacionadas a exposições passadas.

A distribuição de probabilidade “*likelihood*” é calculada a partir dos dados de exposição e do padrão geométrico do estudo.

A distribuição de probabilidades “*prior*” e “*likelihood*” dos dados trabalham juntos para determinar a distribuição de probabilidades “*posterior*”.

De acordo com (David L. Johnson, 2017, p. 315):

Quando há pouca ou não se tem informação anterior, a distribuição “*prior*” por defeito pode ser a distribuição uniforme na qual todas as categorias têm igual probabilidade. Em esse caso os “*priors*” terá pouca influência na distribuição “*posterior*”, a qual será muito similar à distribuição “*likelihood*”. Em cambio, si há alta confiança no “*prior*” reflexada numa distribuição muito rigorosa, o prior pode ter uma forte influência na distribuição “*posterior*”, especialmente si os novos dados estão espalhados.

O exercício de julgamento profissional deve ser tomado cuidadosamente, para ter certeza que todos os indivíduos com experiência apropriada esta provendo os julgamentos “*prior*”. (Ramachandran, 2003, p298). Outros estudos de KROMHOUT et al. (1987) mostram que os julgamentos de exposição de profissionais não sempre são muito precisos, mas eles podem se tornar mais precisos com mais dados e treinamento.

Porem quando um profissional tem um grande conjunto de dados, a distribuição “*posterior*” pode exercer uma maior influência na distribuição dos perfis, deixando a distribuição “*prior*” irrelevante nos cálculos. (Ramachandran, 2003, p351).

No caso de estudo de BANERJEE et al. (2014) que o método BDA foi usado para definir possíveis categorizações de exposição para diferentes tipos de tarefa de exposição ao pó, os resultados foram que o profissional de Higiene deve ter a disposição todas as possíveis informações; como conhecimento amplo das tarefas, da instalação, estar atualizado com os controles executados e dados de seguimento de exposição anteriores para que ele possa construir um julgamento de probabilidade

e tomar decisões em base a isso. Embora é comum que os dados de seguimento são insuficientes então podemos fazer baseamento no julgamento profissional, julgamentos “*prior*”, para obter uma decisão final “*posterior*”.

No caso de um estudo realizado por WENDEL et al. (2011), os higienistas ocupacionais estimaram a exposição semi quantitativa o cloreto de metileno e ao estireno, os resultados mostraram que a apresentação de dados quantitativos de exposição dificilmente melhorou a categorização dos trabalhos de baixa a alta exposição.

Segundo BANERJEE et al. (2014) Quando a decisão “*posterior*” tem muita variabilidade em DPG (desvio padrão geométrico) deve-se de fazer uma interpretação dos resultados muito cauteloso.

2.5.3 SOFTWARE INDUSTRIAL HYGIENE DATA ANALYST (IHDA)

O uso do software IHDA permite a seleção entre os critérios “*Prior*”: *Generic Professional Judgment Prior*, *Custom Professional Judgment Prior* e *Uniform Prior*.

No critério *Generic Professional Judgment Prior* o Higienista tem a possibilidade de decidir em qual categoria da AIHA (cinco categorias) é mais provável que seja encontrado o percentil 95, (veja a figura 2) e com que certeza pode-se afirmar isso. (Veja a figura 3).

Figura 2 – Opção de categorização AIHA em *Generic Professional Judgment Prior*

IHDataAnalyst-Student 2019

File View Calculate Graphs Options Help

Calculate All GOF Graphs Statistics BDA Cha

Data GOF BDA Initial Rating CDA

Categorical

Prior Decision Distribution

☒ Generic Professional Judgment Prior

☐ Custom Professional Judgment Prior

☐ Uniform Prior

Professional Judgment

Initial Rating

Certainty Level

0 - Trivial

1 - Highly-controlled

2 - Well-controlled

3 - Controlled

4 - Poorly-controlled

Professional Judgment Prior

Rating	Probability
0 - Trivial	0.2
1 - Highly-controlled	0.2
2 - Well-controlled	0.2
3 - Controlled	0.2
4 - Poorly-controlled	0.2

Sum =

Post Changes Cancel Changes

Prior Decision Distribution

Prior

Decision Probability

Exposure Rating

Data Labels

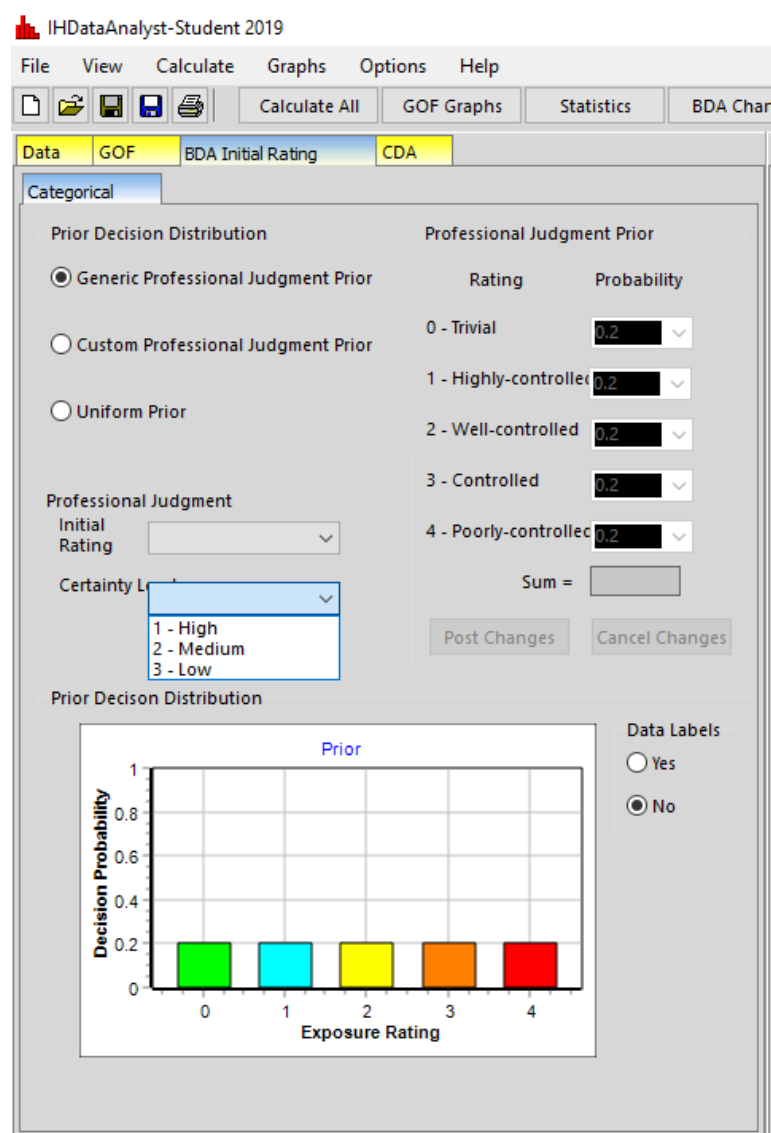
☐ Yes

☒ No

Filename

Fonte: Adaptação IHDA Software (2007)

Figura 3 – Opção de categorização AIHA em *Generic Professional Judgment Prior*



Fonte: Adaptação IHDA Software (2007)

No critério *Custom Professional Judgment Prior* o profissional tem a possibilidade de personalizar as probabilidades de cada categoria AIHA, pode escolher valores entre 1 e 0,996 para que, no final, eles somaram 1 e no critério *Uniform Prior*, é utilizado quando o profissional não tem certeza ou ignora a categoria AIHA, que pode representar uma exposição, portanto, neste critério, as categorias de exposição terão a mesma porcentagem de probabilidade.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na cidade de Lima no país Peru, numa indústria de cerveja, onde se avalia a exposição de ruído ocupacional na produção de cerveja. Deve-se notar que é o primeiro estudo a ser feito por uma empresa consultora, pelo encargo da área de segurança industrial da cervejaria.

Por questões de ética a empresa que viabilizou a realização desse trabalho não autorizou sua identificação, razão pela qual o nome não é mencionado.

3.1.1 Conformação dos Grupos Homogêneos de Exposição

Para a conformação dos GHE foi feita a análise dos processos, das áreas e postos de trabalho, assim também a análise completa da atividade e da exposição do trabalhador.

Os GHE foram definidos pelo método observacional de agente e processo, as quantidades de amostras para a avaliação do ruído, resultam da solicitação da área de segurança à empresa consultora que eu represento, esta quantidade foi baseada no orçamento e algumas limitações próprias do processo de produção da empresa.

Deve-se notar que o higienista da empresa de cerveja participou de toda a execução do projeto.

3.1.2 Escolha de trabalhadores avaliados

A população estudada é de 306 trabalhadores, com a posição de operadores, do sexo masculino com idade entre 36 e 55 anos, com estudos técnicos concluídos, mais de 2 anos de experiência em seu trabalho atual e com constante capacitação de seu trabalho e em questões de prevenção de doenças ocupacionais.

Os turnos existentes na empresa são o turno de manhã e tarde. Cada turno de duração de 8 horas, de 7:00h às 15:00h e de 15:00h às 23:00h. O horário do almoço não está incluído na jornada de trabalho.

Cada trabalhador de cada turno foi designado com um número, e os números foram escolhidos aleatoriamente.

Os dias previstos para a avaliação de ruído foram projetados pela área de operações, segundo a produção do produto.

3.1.3 Procedimentos de medição de ruído

A continuação se apresentam os procedimentos a realizar-se para a avaliação de acordo com NHO-01(2001):

- a) Os dosímetros foram calibrados (tolerância ± 1 dB), antes de seu uso em circuito de ponderação A critério de referência 85 dB (A) e taxa de troca igual a 3.
- b) Se informo ao trabalhador do objetivo do trabalho, que a medição não deve interferir com a execução de suas atividades, que as medições não gravam conversas, que o equipamento só pode ser movido pelo avaliador e que o microfone não pode ser obstruído.
- c) O medidor no trabalhador se fixo dentro da zona auditiva.
- d) Se assegura que ninguém possa fazer alterações no equipamento, logo de estas condições se inicia o processo de integração.
- e) Retiro do microfone do trabalhador logo da interrupção da medição e registrar o tempo.

3.1.4 Procedimento para a avaliação dos dados

- a) Designação qualitativa da categoria de exposição AIHA mais provável dos GHE para a determinação da distribuição “*prior*” com participação do higienista da planta de cerveja.
- b) Reporte dos resultados obtidos em LEQ e dose de exposição.
- c) Análise estatístico pelo método *Bayesian Decision Analysis* (BDA), mediante a ferramenta IHDA.

- d) Apresentar os resultados de distribuição de probabilidades por categorias AIHA onde se pode encontra o percentil 95.
- e) Apresentar os resultados dos perfis de exposição de cada GHE.

3.2 MATERIAIS DA PESQUISA

3.2.1 Equipamentos para avaliação de ruído

Os equipamentos usados foram dosímetros de ruído e calibrador acústico de acordo com as caraterísticas da NHO 01(2001).

A seguir a tabela 4, dos equipamentos utilizados durante o trabalho, os certificados de calibração encontram-se nos anexos.

Tabela 4 - Instrumentos utilizados

Instrumento	Modelo - N° Serie	Certificado	Data de calibração
Dosímetro de ruído	Spark 706-1810	CC-IN-0222-19	04/01/2019
Dosímetro de ruído	Spark 706-1811	CC-IN-0214-19	04/01/2019
Dosímetro de ruído	Spark 706-1816	CC-IN-0213-19	04/01/2019
Dosímetro de ruído	Spark 706-1817	CC-IN-0215-19	04/01/2019
Dosímetro de ruído	Spark 706-1818	CC-IN-0224-19	04/01/2019
Dosímetro de ruído	Spark 706-17615	CC-IN-0223-19	04/01/2019
Calibrador Acústico	CAL 150-5790	2019505631	24/05/2019

Fonte: Arquivo pessoal

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GRUPOS HOMOGÊNEOS DE EXPOSIÇÃO DEFINIDOS

Os GHE foram definidos pelo método observacional de agente e processo, na seguinte tabela 5 mostra os critérios de conformação:

Tabela 5 - Critério de conformação de Grupos homogêneos de Exposição

Grupos homogêneos de Exposição	Processo	Critério de conformação dos GHE
GHE 1	Brassagem	Todo o processo ocorre no mesmo lugar (andar 1º) de Brassagem que é fechado, áreas contínuas, as fontes são próximas, não podendo - se diferenciar qual e o maior, os trabalhadores ficam expostos a todas as fontes de ruído durante toda a jornada de trabalho, eles fazem rotação de trabalho para todas as áreas do processo.
GHE 1-1	Brassagem	Todo o processo ocorre num diferente lugar (andar 2º, 3º, 4º, 5º, 6º) de Brassagem que é fechado, o trabalhador faz diferentes trabalhos em diferentes tempos durante seu jornada de trabalho.
GHE 2	Fermentação	Todo o processo ocorre no mesmo lugar de Fermentação que é fechado ,áreas contínuas, as fontes são próximas, não podendo - se diferenciar qual e o maior, os trabalhadores ficam expostos a todas as fontes de ruído durante toda a jornada de trabalho, eles fazem rotação de trabalho para todas as áreas do processo.
GHE 2-1	Fermentação	Todo o processo ocorre num diferente lugar (Sala CIP),somente os trabalhadores deste processo ficam expostos as fontes de ruído.
GHE 3	Linha de produção 6	Todo o processo ocorre no mesmo lugar de linha 6 que é fechado, áreas contínuas, as fontes são próximas, não podendo - se diferenciar qual e o maior, os trabalhadores ficam expostos a todas as fontes de ruído durante toda a jornada de trabalho.
GHE 4	Manutenção	Todo o processo de Manutenção e muito variável, pode existir dias com altas e baixas exposições, neste caso estudaremos todo o rango de exposições
GHE 5	Linha de produção 1	Os trabalhadores ficam expostos a todas as fontes de ruído durante toda a jornada de trabalho, Todo o processo ocorre no mesmo lugar da linha 1, que é fechado, as áreas são contíguas, as fontes são próximas, não podendo - se diferenciar qual é a maior fonte.
GHE 6	Linha de produção 2	Os trabalhadores ficam expostos a todas as fontes de ruído durante toda a jornada de trabalho, Todo o processo ocorre no mesmo lugar da linha 2, que é fechado, as áreas são contíguas, as fontes são próximas, não podendo - se diferenciar qual é a maior fonte.

Grupos homogêneos de Exposição	Processo	Critério de conformação dos GHE
GHE 7	Linha de produção 7	Os trabalhadores ficam expostos a todas as fontes de ruído durante toda a jornada de trabalho, Todo o processo ocorre no mesmo lugar da linha 7, que é fechado, as áreas são contíguas, as fontes são próximas, não podendo- se diferenciar qual é a maior fonte.
GHE 8	Linha de produção 9	Os trabalhadores ficam expostos a todas as fontes de ruído durante toda a jornada de trabalho, Todo o processo ocorre no mesmo lugar da linha 9, que é fechado, as áreas são contíguas, as fontes são próximas, não podendo- se diferenciar qual é a maior fonte.
GHE 9	Linha de produção 8	Os trabalhadores ficam expostos a todas as fontes de ruído durante toda a jornada de trabalho, Todo o processo ocorre no mesmo lugar da linha 8, que é fechado, as áreas são contíguas, as fontes são próximas, não podendo- se diferenciar qual é a maior fonte.
GHE 10	Linha de produção 5	Os trabalhadores ficam expostos a todas as fontes de ruído durante toda a jornada de trabalho, Todo o processo ocorre no mesmo lugar da linha 5, que é fechado, as áreas são contíguas, as fontes são próximas, não podendo- se diferenciar qual é a maior fonte.
GHE 11	Linha de produção 3	Os trabalhadores ficam expostos a todas as fontes de ruído durante toda a jornada de trabalho, Todo o processo ocorre no mesmo lugar da linha 3, que é fechado, as áreas são contíguas, as fontes são próximas, não podendo- se diferenciar qual é a maior fonte.
GHE12	Linha de produção 4	Os trabalhadores ficam expostos a todas as fontes de ruído durante toda a jornada de trabalho, Todo o processo ocorre no mesmo lugar da linha 4, que é fechado, as áreas são contíguas, as fontes são próximas, não podendo- se diferenciar qual é a maior fonte.
GHE 13 -1	Filtração	O processo ocorre num diferente lugar, somente os trabalhadores deste processo ficam expostos as fontes de ruído.
GHE 13-2	Filtração	O processo ocorre num diferente lugar, somente os trabalhadores deste processo ficam expostos as fontes de ruído.
GHE 14	Usina	O processo ocorre num diferente lugar, somente os trabalhadores deste processo ficam expostos as fontes de ruído.
GHE 15	Estação de tratamento de água	O processo ocorre num diferente lugar, somente os trabalhadores deste processo ficam expostos as fontes de ruído.
GHE 16	UFRO	O processo ocorre num diferente lugar, somente os trabalhadores deste processo ficam expostos as fontes de ruído.
GHE 17	Planta de amaciamento de água	O processo ocorre num diferente lugar, somente os trabalhadores deste processo ficam expostos as fontes de ruído.
GHE 18	Planta de injeção	O processo ocorre num diferente lugar, somente os trabalhadores deste processo ficam expostos as fontes de ruído.

Fonte: Arquivo pessoal

Visitas foram feitas durante 2 semanas, entrevistando cada trabalhador com questões de: Atividade realizada, distribuição de tarefas, jornada de trabalho, horário no local, fontes de ruído próximas, local de trânsito, equipes de proteção pessoal, tempos de produção, programação de manutenção de seus processos e outros.

Foram conformados em total 21 GHE para o agente de ruído, para ter um estudo completo, é recomendável determinar os GHE para todos os agentes físicos, químicos ou biológicos identificados como possíveis riscos.

Os grupos homogêneos de exposição pelo método observacional foram conformados dessa maneira, porque os trabalhadores que estão nos mesmos processos passam toda sua jornada de trabalho expondo-se às mesmas fontes de ruído, não podendo discriminar uma fonte de ruído exclusiva para cada trabalhador, deve-se mencionar que cada processo está em uma área fechada e as fontes de ruído estão continuas.

4.2 NUMERO DE AMOSTRAS POR GHE

Os grupos conformados com a quantidade de amostras, que foram estabelecidas pela área de segurança, se mostram na tabela 6.

Tabela 6 - Quantidades de amostras por Grupos Homogêneos de Exposição conformados

Grupos Homogêneos de Exposição	Processo	Quantidade de Trabalhadores	Número de amostras
GHE 1	Brassagem	14	4
GHE 1-1	Brassagem	4	1
GHE 2	Fermentação	30	7
GHE 2-1	Fermentação	6	1
GHE 3	Linha de produção 6	39	7
GHE 4	Manutenção	18	9
GHE 5	Linha de produção 1	55	9
GHE 6	Linha de produção 2	54	11
GHE 7	Linha de produção 7	15	5

Grupos Homogêneos de Exposição	Processo	Quantidade de Trabalhadores	Número de amostras
GHE 8	Linha de produção 9	13	5
GHE 9	Linha de produção 8	16	3
GHE 10	Linha de produção 5	2	2
GHE 11	Linha de produção 3	2	1
GHE12	Linha de produção 4	9	1
GHE 13 -1	Filtração	7	1
GHE 13-2	Filtração	6	1
GHE 14	Usina	3	1
GHE 15	Estação de tratamento de água	5	1
GHE 16	UFRO	3	1
GHE 17	Planta de amaciamento de água	2	1
GHE 18	Planta de injeção	3	1
Total de Amostras		306	73

Fonte: Arquivo pessoal

Foram obtidas um total de 73 amostras, esta quantidade de amostras foi baseada no orçamento e algumas limitações próprias do processo de produção da empresa. Atualmente, é muito comum encontrar empresas que geralmente exigem a quantidade mínima de amostras a serem coletadas, porque eles apenas tentam cumprir a lei e pelos altos custos de amostragem, uma vantagem do método Bayesiano é que permite analisar estatisticamente inclusive amostras com um dado, porém nos dará resultados mais confiáveis, quanto mais amostras houver em cada grupo homogêneo de exposição.

4.3 RESULTADOS DA MEDIÇÃO DE RUÍDO

A medição de ruído foi realizada do 10 de junho a 30 de julho de 2019, no turno de manhã e tarde, as condições de trabalho encontradas foram normais na época de produtividade média, a jornada de trabalho tem duração de 8 horas e os tempos de medição foram maiores a 70% da jornada de trabalho.

Da avaliação de ruído aos trabalhadores dos diferentes GHE, os seguintes resultados foram obtidos se mostram na Tabela 7:

Tabela 7 - Resultados da avaliação de ruído

Nº	Grupos homogêneos de Exposição	Processo	Resultados da avaliação Leq (dBA)	Resultados da avaliação Dose (%)
1	GHE 1	Brassagem	[88.0; 86.7; 86.0; 84.9]	[200.0;148.1;126.0;97.7]
2	GHE 1-1	Brassagem	[80.7]	[37]
3	GHE 2	Fermentação	[84.9; 84.5; 86.8; 88.0; 87.3; 84.7; 87.7]	[97.7;89.1;151.6;200;170.1; 93.3;186.6]
4	GHE 2-1	Fermentação	[79.9]	[30.8]
5	GHE 3	Linha de produção 6	[94.1;94.3;93.6;92.6; 93.8; 88.3;89.5]	[818.7;857.4;729.4;578.9; 763.9;214.4;282.8]
6	GHE 4	Manutenção	[90.2; 89.4; 91.4; 84.9; 90.7;91.8;85.3;81.9;85.1]	[332.5;276.4;438.7;97.7;373.2; 481.2;107.2;48.9;102.3]
7	GHE 5	Linha de produção 1	[95.8;93.5;93.7;95.2; 95.3;92.6;97.3;92.9;88.0]	[1212.6;712.7;746.4;1055.6; 1080.3;578.9;1714.8;620.5; 200.0]
8	GHE 6	Linha de produção 2	[93.2;90.1;96.0;94.6; 93.9;93.6;93.7;95.5;95.3;92.2;90.7]	[665.0;324.9;1269.9;919.0;781.7;729.4;746.4;1131.4; 1080.3;527.8; 373.2]
9	GHE 7	Linha de produção 7	[88;89.4;92.6;85.0;87.7]	[200;276.4;578.9;100.0;186.6]
10	GHE 8	Linha de produção 9	[87.4;87.8;87.4;86.0; 89.3; 86.4;90.7;92.2]	[174.1;191.0;174.1;126.0; 270.1;138.2;373.2;527.8]

Nº	Grupos homogêneos de Exposição	Processo	Resultados da avaliação Leq (dBA)	Resultados da avaliação Dose (%)
11	GHE 9	Linha de produção 8	[86.4;90.7;92.2]	[138.2;373.2;527.8]
12	GHE 10	Linha de produção 5	[94.7;93.9]	[940.4;781.7]
13	GHE 11	Linha de produção 3	[91.3]	[428.7]
14	GHE 12	Linha de produção 4	[95.6]	[1157.8]
15	GHE 13 -1	Filtração	[87.7]	[186.6]
16	GHE 13-2	Filtração	[95.5]	[1131.4]
17	GHE 14	Usina	[91.0]	[409.3]
18	GHE 15	Estação de tratamento de água	[96.0]	[1269.9]
19	GHE 16	UFRO	[86.1]	[128.9]
20	GHE 17	Planta de amaciamento de água	[92.6]	[578.9]
21	GHE 18	Planta de injeção	[85.8]	[120.3]

Fonte: Arquivo pessoal

Os resultados da medição de ruído são relatados em dose de exposição, e foram baseados num limite de 85 dB, nível limiar de 80 dB e taxa de troca de 3.

Da medição de ruído, 88% dos trabalhadores ultrapassam o limite estabelecido, esse nível de risco já era reconhecido pela área de segurança, mas não havia sido quantificado, como medida de prevenção os trabalhadores eram providos protetores auditivos.

4.4 APLICAÇÃO DO METODO BAYESIANO

Para o estudo foi usado o método Bayesiano no software IHDA, em qual foi usado o critério “*Generic Professional Judgment Prior*”, neste o Higienista tem a possibilidade de decidir em qual categoria da AIHA (cinco categorias) é mais provável que seja encontrado o percentil 95, e com que certeza pode afirmar isso.

Continuação na tabela 8, seguinte se mostram as probabilidades “*prior*” designados com o grau de certeza, seguindo o critério “*Generic Professional Judgment Prior*”, aqueles foram estabelecidos com ajuda do Higienista da empresa, ele tem conhecimento do processo, 5 anos de experiência diferentes indústrias de bebidas e indústrias alimentarias.

Tabela 8 - Julgamento Profissional “*Prior*” concedidas aos Grupos homogêneos de Exposição

Grupos homogêneos de Exposição	Processo	Julgamento Profissional <i>Prior</i>	Nível de certeza
GHE 1	Brassagem	4	alta
GHE 1-1	Brassagem	4	média
GHE 2	Fermentação	4	média
GHE 2-1	Fermentação	3	alta
GHE 3	Linha de produção 6	4	media
GHE 4	Manutenção	3	baixa
GHE 5	Linha de produção 1	5	alta
GHE 6	Linha de produção 2	4	média
GHE 7	Linha de produção 7	4	média
GHE 8	Linha de produção 9	4	média
GHE 9	Linha de produção 8	4	média
GHE 10	Linha de produção 5	5	média
GHE 11	Linha de produção 3	4	baixa
GHE12	Linha de produção 4	5	baixa
GHE 13 -1	Filtração	4	média
GHE 13-2	Filtração	5	média
GHE 14	Usina	4	baixa
GHE 15	Estação de tratamento de água	5	alta
GHE 16	UFRO	3	baixa
GHE 17	Planta de amaciamento de água	4	média
GHE 18	Planta de injeção	4	média

Fonte: Arquivo pessoal

O método BDA, é conveniente porque permite o análise estatístico com GHE com dados de uma a mais amostras. No caso de GHE 2-1, GHE 9, GHE 13-1, GHE 11, GHE 14, GHE 16, GHE17 em que o número de amostras é pequeno, o método bayesiano dará maior valor aos critérios "*prior*", sempre buscando o resultado mais crítico.

É importante mencionar que a experiência e o conhecimento dos processos do higienista para definir o critério "prior" foram muito importantes.

Porem quando um profissional tem um grande conjunto de dados, a distribuição "*posterior*" pode exercer uma maior influência na distribuição dos perfis, deixando a distribuição "*prior*" irrelevante nos cálculos. (Ramachandran,2003, p351).

A probabilidade “*posterior*” são as probabilidades de que o percentil 95 da exposição se encontre em uma das categorias AIHA, se toma como a categoria que representa ao perfil de exposição, as distribuições das probabilidades “*posterior*” de cada GHE avaliado se mostra na seguinte tabela 9.

Tabela 9 - Distribuição de probabilidades nas Categorias da AIHA para os GHE

Nº GHE	Nº população (N)	Nº amostras (n)	Media	Tipo de distribuição	Limite Inferior de Confiança da Media (LIC)	Limite Superior de Confiança da Media (LCS)	Percentil 95 (P95)	OEL %	Probabilidade da exposição de acordo com as Categorias AIHA				
									1	2	3	4	5
GHE 1	14	4	143	Lognormal	173	647	226	100	0.00%	0.00%	0.00%	94.40%	5.60%
GHE 1-1	4	1	-	-	-	-	-	100	0.00%	4.40%	17.90%	68.30%	9.40%
GHE 2	30	7	141	Lognormal	185	442	239	100	0.00%	0.00%	0.00%	96.80%	3.20%
GHE 2-1	6	1	-	-	-	-	-	100	0.00%	18.10%	60.50%	20.49%	0.91%
GHE 3	39	7	607	Lognormal	906	3620	1360	100	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
GHE 4	18	9	251	Lognormal	438	2370	753	100	0.00%	0.00%	0.00%	25.20%	74.80%
GHE 5	55	9	880	Lognormal	1410	4920	2100	100	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
GHE 6	54	11	777	Lognormal	1130	2470	1480	100	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
GHE 7	15	5	268	Lognormal	383	3350	650	100	0.00%	0.00%	0.00%	28.80%	71.20%
GHE 8	13	5	187	Lognormal	227	571	284	100	0.00%	0.00%	0.00%	91.90%	0.89%
GHE 9	16	3	346	Lognormal	469	61800	945	100	0.00%	0.00%	0.00%	11.80%	88.20%
GHE 10	2	2	861	-	912	26500	1060	100	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
GHE 11	2	1	-	-	-	-	-	100	0.00%	0.00%	0.00%	29.90%	70.10%
GHE12	9	1	-	-	-	-	-	100	0.00%	0.00%	0.00%	0.30%	99.70%
GHE 13 -1	7	1	-	-	-	-	-	100	0.00%	0.00%	0.30%	67.50%	32.20%
GHE 13-2	6	1	-	-	-	-	-	100	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	99.80%
GHE 14	3	1	-	-	-	-	-	100	0.00%	0.00%	0.00%	19.30%	80.70%
GHE 15	5	1	-	-	-	-	-	100	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	99.90%
GHE 16	3	1	-	-	-	-	-	100	0.00%	0.40%	3.90%	81.30%	14.40%
GHE 17	2	1	-	-	-	-	-	100	0.00%	0.00%	0.00%	5.60%	94.40%
GHE 18	3	1	-	-	-	-	-	100	0.00%	0.10%	0.80%	78.20%	20.90%

Fonte: Arquivo pessoal

A categoria final "*Posterior*" (que contém o percentil 95) e que representa um grupo homogêneo de exposição se apresenta na tabela 10:

Tabela 10 - Categoria AIHA que representa cada GHE

Grupos homogêneos de Exposição	Processo	Quantidade de Trabalhadores	Número de amostras	Categoria AIHA " <i>Posterior</i> "
GHE 1	Brassagem	14	4	4
GHE 1-1	Brassagem	4	1	4
GHE 2	Fermentação	30	7	4
GHE 2-1	Fermentação	6	1	3
GHE 3	Linha de produção 6	39	7	5
GHE 4	Manutenção	18	9	5
GHE 5	Linha de produção 1	55	9	5
GHE 6	Linha de produção 2	54	11	5
GHE 7	Linha de produção 7	15	5	5
GHE 8	Linha de produção 9	13	5	4
GHE 9	Linha de produção 8	16	3	5
GHE 10	Linha de produção 5	2	2	5
GHE 11	Linha de produção 3	2	1	5
GHE12	Linha de produção 4	9	1	5
GHE 13 -1	Filtração	7	1	4
GHE 13-2	Filtração	6	1	5
GHE 14	Usina	3	1	5
GHE 15	Estação de tratamento de água	5	1	5
GHE 16	UFRO	3	1	4
GHE 17	Planta de amaciamento de água	2	1	5
GHE 18	Planta de injeção	3	1	4
Total de Amostras		306	73	

Fonte: Arquivo pessoal

Os GHE 3, GHE 4, GHE 5, GHE 6, GHE 7, GHE 9, GHE 10, GHE 11, GHE 12, GHE 13-2, GHE 14, GHE 15 e GHE 16 são representados pela categoria 5 da AIHA, os GHE 1, GHE1-1, GHE 2, GHE 8, GHE 13-1, GHE 16 e GHE 18 são representados pela categoria 4 da AIHA, e o GHE 2-1 é representada pela categoria 3 da AIHA.

Dos 21 GHE conformados, 5% são representados pela categoria 3, 33% são representados pela categoria 4, e 62% são representados pela categoria 5 da AIHA.

Na maioria dos casos, se observo que a categoria "*Posterior*" tende a dar a maior categorização que representa a maior proteção ao trabalhador.

Outra vantagem identificada do método Bayesiano, é que ele não foca no cálculo do valor do percentil 95 ou nos intervalos de confiança, mas sim na categoria onde este percentil está localizado, o que facilita a decisão pela implementação ou melhoria dos controles.

5 CONCLUSÕES

O objetivo deste estudo foi atingido através da Aplicação do método BDA (Bayesian Decision Analysis) para a avaliação da exposição ao ruído numa indústria de cerveja, e determinar o perfil de exposição que representa cada grupo homogêneo de exposição.

O método BDA permitiu realizar o análise estatístico e chegar a uma decisão sobre a categoria de exposição com uma menor quantidade de dados que é exigida por outros métodos.

Conclui-se que dos 21 GHE conformados, 5% são representados pela categoria 3, 33% são representados pela categoria 4, e 62% são representados pela categoria 5 da AIHA.

De acordo com a categorização de exposição obtida, conclui-se que devemos começar a decisão de controles com aqueles da categoria 5, nestes GHE as seguintes ações devem ser iniciadas: implementar a hierarquia dos controles, validação da eficiência dos protetores auditivos, doble proteção, priorizar controles de engenharia.

Conclui-se, pelos dados coletados, de exposição a ruído, o 88% estão acima do limite estabelecido pela norma Peruana R.M. Nº 375-2008-TR *Norma Básica de Ergonomia y de procedimiento de evaluación Ergonomico*, que estabelece os limites para exposição ao ruído no ambiente de trabalho, para 8h de exposição com fator de troca 3, tem como limite 85 dB (A), o que sugere a implementação ou melhoria dos controles, com o objetivo da prevenção de enfermidades ocupacionais.

REFERÊNCIAS

AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION (AIHA). **A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures**, 2. Ed. Mulhausen, J. and J. Damiano (eds.). Fairfax, VA: AIHA, 1998.

AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION (AIHA). **A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures**, 4. Ed. Steven D. Jahn, William H. Bullock, Joselito S. Ignacio (eds.). Fairfax, VA: AIHA, 2015.

BANERJEE, S.; RAMACHANDRAN, G.; VADALI, M. AND SAHMEL J. **Bayesian Hierarchical Framework for Occupational Hygiene Decision Making**. USA. Ann. Occup.Hyg.Vol.58, No 9 ,2014. Disponível em: <<https://academic.oup.com/annweh/article-abstract/58/9/1079/244766/>>. Acesso em :4 de outubro

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15 Anexo nº 1: Limites de Tolerância para Ruído Contínuo e Intermitente**. Brasília: MTE, 2015. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO1.pdf>>. Acesso em: 5 Jul.2019

DAVID L. JOHNSON, **Statistical Tools for the Comprehensive Practice of Industrial Hygiene and Environmental Health Science**. 1. Ed. USA: John Wiley & Sons, 2017.

GIAMPAOLI, E.; SAAD, I. F. S. D.; CUNHA, I. A. **NHO 01: Procedimento Técnico – Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído**. São Paulo: Fundacentro, 2001.

KROMHOUT, H. et al. **Agreement between qualitative exposure estimates and quantitative exposure measurements**. Wageningen, The Netherlands. Am J Ind Med; 12: 551–62. 1987. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3687951>> Acesso em:6 de out.2019

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH) 1998, **Occupational Noise Exposure**, Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No.98-126.

PERU. Ministerio de trabajo y promoción del Empleo.**RM N°375-2008TR: Norma Básica de Ergonomía y evaluación del riesgo disergonomico**. Lima:TR,2008. Disponível em: <[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/982841B4C16586CD05257E280058419A/\\$FILE/4_RESOLUCION_MINISTERIAL_375_30_11_2008.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/982841B4C16586CD05257E280058419A/$FILE/4_RESOLUCION_MINISTERIAL_375_30_11_2008.pdf)> Acesso em: 20 Agosto.2019

RAMACHANDRAN, G. et al. **Expert judgment and occupational hygiene: application to aerosol speciation in the nickel primary production industry**. Ann Occup Hyg. 2003 Aug; 47(6):461-75.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada. Curso de Especialização de Higiene Ocupacional. **Agentes Físicos I**. Epusp- EAD/ PECE, 2019a.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada. Curso de Especialização de Higiene Ocupacional **Estratégia de amostragem**. Epusp- EAD/ PECE, 2019a.

WENDEL, Post; et al. **Semiquantitative Estimates of Exposure to Methylene Chloride and Styrene: The Influence of Quantitative Exposure Data**. Wageningen, The Netherlands. Journal Applied Occupational and Environmental Hygiene .Volume 6, 1991 - Issue 3.2011. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1047322X.1991.10387862?src=recsys>> Acesso em: 6 de out. 2019

ANEXO**ANEXO A – CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO****CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO**

Certificado de Calibração de Dosímetro Serie 1810



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0222-19

Fecha de emisión: 2019-01-04
Issue date

1.- SOLICITANTE : HSE GOLDEN SOLUTION S.A.C.
Applicant
Dirección : JR. CAJACAY NRO. 226 URB. PARQUE EL NARANJAL 1ETAPA LIMA - LIMA - LOS
Address OLIVOS

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : DOSÍMETRO DE RUIDO
Measuring Instrument DOSIMETER OF NOISE
Marca : LARSON DAVIS Serie : 1810
Brand Serial
Modelo : 706 Procedencia: U.S.A
Model Made in

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN Calibrado el día 2019-01-04 en UNIMETRO S.A.C.
Date and place of calibration Calibration day 2019-01-04 in UNIMETRO S.A.C.

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN
Calibration method
Método de comparación directa según NMP-011-2007 "ELECTROACÚSTICA: Sonómetros/Parte 3: Ensayos Periódicos" del SNM-INDECOPI (Equivalente a la IEC 61672-3:2006)
Direct comparison method according to NMP-011-2007 "ELECTROACOUSTIC: Sound Level Meters / Part 3: Tests Periodic" SNM-INDECOPI (Equivalent to IEC 61672-3:2006)

5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD
Instruments / Measuring equipment and traceability

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	CERTIFICADO
MULTÍMETRO DIGITAL	RIGOL	DM3058E	13082
GENERADOR DE FUNCIONES	KEYSIGHT	33512B	LTF-C-094-2018

6.- RESULTADOS

Results

Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento

The results are shown on page 02 of this document

La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95%
The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor $k=2$ for a confidence level of 95%

7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente Environment temperature	Humedad Relativa Relative humidity	Presión Atmosférica Atmospheric pressure
INICIAL Initial	20,2 °C	65 %	1009 mbar
FINAL Final	20,2 °C	64 %	1009 mbar

8.- OBSERVACIONES

Observations

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.

The results are the average of 10 measurements.

Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.

Place a label indicating calibration date and certificate number.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento.

The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.



Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

UNIMETRO S.A.C. is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).

MOISES INGA CHUCOS
GERENTE GENERAL
REG. CIP N° 137294

Pág. 1 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0222-19

Fecha de emisión: 2019-01-04

Issue date

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*) Tolerance		Incertidumbre uncertainty
	Valor Nominal	Valor Obtenido	Desviación Real	Desviación Teórica (*)			
Frequency (Hz)		Expected Value	Real deviation	Theoretical deviation			
		(dB)	(dB)	(dB)	(dB)		(dB)
125.0	94.0	94.6	0.6	-0.2	± 2.0		0.3
250.0	94.0	94.3	0.3	0.0	± 1.9		0.3
500.0	94.0	94.2	0.2	0.0	± 1.9		0.3
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4		0.3
2000.0	94.0	93.7	-0.3	-0.2	± 2.6		0.3

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*)		Incertidumbre
	Valor Nominal	Valor Obtenido	Desviación Real	Desviación Teórica (*)			
Frequency (Hz)		Expected Value	Real deviation	Theoretical deviation	Tolerance	uncertainty	
	(dB)		(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	
125.0	114.0	98.1	-15.9	-16.1	± 2.0	0.3	
250.0	114.0	105.8	-8.2	-8.6	± 1.9	0.3	
500.0	114.0	110.7	-3.3	-3.2	± 1.9	0.3	
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3	
2000.0	114.0	115.6	1.6	1.2	± 2.6	0.3	

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*)		Incertidumbre
		Valor Obtenido	Desviación Real	Desviación Teórica (*)			
Frequency	Valor Nominal	Expected Value	Real deviation	Theoretical deviation	Tolerance	uncertainty	
(Hz)		(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	
125.0	114.0	113.8	-0.2	-0.2	± 2.0	0.3	
250.0	114.0	113.7	-0.3	0.0	± 1.9	0.3	
500.0	114.0	113.6	-0.4	0.0	± 1.9	0.3	
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3	
2000.0	114.0	113.6	-0.4	-0.2	± 2.6	0.3	

(*) Tolerancias tomadas de la IEC 61672-1:2002

(*) Tolerances taken from IEC 61672-1:2002

FIN DEL DOCUMENTO
END OF DOCUMENT

Pág. 3 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0222-19

Fecha de emisión: 2019-01-04
Issue date

9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

9.1 CALIBRACIÓN ANTES DEL AJUSTE
BEFORE CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz

Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	93.5	-0.5	0.015
114.0	113.4	-0.6	0.015

9.2 CALIBRACIÓN DESPUES DEL AJUSTE
AFTER CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz

Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	94.0	0.0	0.015
114.0	114.0	0.0	0.015

9.3 ENSAYOS CON SEÑAL ELÉCTRICA
9.3 Electrical Test Signal

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value (dB)	Valor Obtenido Real deviation (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)		
125.0	94.0	78.6	-15.4	-16.1	± 2.0	0.3
250.0	94.0	86.2	-7.8	-8.6	± 1.9	0.3
500.0	94.0	90.7	-3.3	-3.2	± 1.9	1.2
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	94.0	95.4	1.4	1.2	± 2.6	0.3



Pág. 2 de 3

Certificado de Calibração de Dosímetro Serie 1811



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0214-19

Fecha de emisión: 2019-01-04

Issue date

1.- SOLICITANTE : HSE GOLDEN SOLUTION S.A.C.
 Applicant
 Dirección : JR. CAJACAY NRO. 226 URB. PARQUE EL NARANJAL 1ETAPA LIMA - LIMA - LOS
 Address OLIVOS

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : DOSÍMETRO DE RUIDO
 Measuring Instrument DOSIMETER OF NOISE
 Marca : LARSON DAVIS Serie : 1811
 Brand Serial
 Modelo : 706 Procedencia: U.S.A
 Model Made in

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN Calibrado el día 2019-01-04 en UNIMETRO S.A.C.
 Date and place of calibration Calibration day 2019-01-04 in UNIMETRO S.A.C.

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN
 Calibration method
 Método de comparación directa según NMP-011-2007 "ELECTROACÚSTICA: Sonómetros/Parte 3:
 Ensayos Periódicos" del SNM-INDECOPI (Equivalente a la IEC 61672-3:2006)
 Direct comparison method according to NMP-011-2007 "ELECTROACOUSTIC: Sound Level Meters
 / Part 3: Tests Periodic" SNM-INDECOPI (Equivalent to IEC 61672-3:2006)

5.- INSTRUMENTOS/EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD
 Instruments / Measuring equipment and traceability

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	CERTIFICADO
MULTIMETRO DIGITAL	RIGOL	DM3058E	13082
GENERADOR DE FUNCIONES	KEYSIGHT	33512B	LTF-C-094-2018

6.- RESULTADOS

Results

Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento

The results are shown on page 02 of this document

La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95%
 The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor $k = 2$ for a confidence level of 95%

7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente Environment temperature	Humedad Relativa Relative humidity	Presión Atmosférica Atmospheric pressure
INICIAL Initial	20,2 °C	65 %	1009 mbar
FINAL Final	20,2 °C	64 %	1009 mbar

8.- OBSERVACIONES

Observations

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.

The results are the average of 10 measurements.

Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.

Place a label indicating calibration date and certificate number.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento.
 The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.



Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

UNIMETRO S.A.C. is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).

MOISES INGA CHUCOS
 GERENTE GENERAL
 REG. CIP N° 137294

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE
CC-IN-0214-19

Fecha de emisión: 2019-01-04
 Issue date

9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

9.1 CALIBRACIÓN ANTES DEL AJUSTE
BEFORE CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz
Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	93.6	-0.4	0.015
114.0	113.5	-0.5	0.015

9.2 CALIBRACIÓN DESPUES DEL AJUSTE
AFTER CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz
Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	94.0	0.0	0.015
114.0	114.0	0.0	0.015

9.3 ENSAYOS CON SEÑAL ELÉCTRICA
9.3 Electrical Test Signal

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia
Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value (dB)	Valor Obtenido Real deviation (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)		
125.0	94.0	78.3	-15.7	-16.1	± 2.0	0.3
250.0	94.0	85.9	-8.1	-8.6	± 1.9	0.3
500.0	94.0	91.6	-2.4	-3.2	± 1.9	0.3
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	94.0	95.7	1.7	1.2	± 2.6	0.3



Pág. 2 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0214-19

Fecha de emisión: 2019-01-04

Issue date

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*) Tolerance	Incertidumbre uncertainty
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Real deviation	Desviación Real (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)	(dB)	(dB)
125.0	94.0	94.5	0.5	-0.2	± 2.0	0.3
250.0	94.0	94.3	0.3	0.0	± 1.9	0.3
500.0	94.0	94.2	0.2	0.0	± 1.9	0.3
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	94.0	93.5	-0.5	-0.2	± 2.6	0.3

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*) Tolerance	Incertidumbre uncertainty
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Real deviation	Desviación Real (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)	(dB)	(dB)
125.0	114.0	98.3	-15.7	-16.1	± 2.0	0.3
250.0	114.0	105.8	-8.2	-8.6	± 1.9	0.3
500.0	114.0	110.9	-3.1	-3.2	± 1.9	0.3
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	114.0	115.5	1.5	1.2	± 2.6	0.3

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*) Tolerance	Incertidumbre uncertainty
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Real deviation	Desviación Real (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)	(dB)	(dB)
125.0	114.0	114.8	0.8	-0.2	± 2.0	0.3
250.0	114.0	114.5	0.5	0.0	± 1.9	0.3
500.0	114.0	114.3	0.3	0.0	± 1.9	0.3
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	114.0	113.4	-0.6	-0.2	± 2.6	0.3

(*) Tolerancias tomadas de la IEC 61672-1:2002

(*) Tolerances taken from IEC 61672-1:2002

FIN DEL DOCUMENTO

Pág. 3 de 3

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima
Telf.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM: #998446498

Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com

Certificado de Calibração de Dosímetro Serie 1816



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE
CC-IN-0213-19
Fecha de emisión: 2019-01-04
Issue date

1.- **SOLICITANTE** : HSE GOLDEN SOLUTION S.A.C.
Applicant
Dirección : JR. CAJACAY NRO. 226 URB. PARQUE EL NARANJAL 1ETAPA LIMA - LIMA - LOS
Address OLIVOS

2.- **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : DOSÍMETRO DE RUIDO
Measuring Instrument **DOSIMETER OF NOISE**
Marca : LARSON DAVIS **Serie** : 1816
Brand **Serial**
Modelo : 706 **Procedencia:** U.S.A
Model **Made in**

3.- **FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN** Calibrado el día 2019-01-04 en UNIMETRO S.A.C.
Date and place of calibration **Calibration day 2019-01-04 in UNIMETRO S.A.C.**

4.- **MÉTODO DE CALIBRACIÓN**
Calibration method
Método de comparación directa según NMP-011-2007 "ELECTROACÚSTICA: Sonómetros/Parte 3: Ensayos Periódicos" del SNM-INDECOPI (Equivalente a la IEC 61672-3:2006)
Direct comparison method according to NMP-011-2007 "ELECTROACOUSTIC: Sound Level Meters / Part 3: Tests Periodic" SNM-INDECOPI (Equivalent to IEC 61672-3:2006)

5.- **INSTRUMENTOS / EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD**
Instruments / Measuring equipment and traceability

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	CERTIFICADO
MULTIMETRO DIGITAL	RIGOL	DM3058E	13082
GENERADOR DE FUNCIONES	KEYSIGHT	33512B	LTF-C-094-2018

6.- **RESULTADOS****Results**

Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento

The results are shown on page 02 of this document

La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95%
The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor $k = 2$ for a confidence level of 95%

7.- **CONDICIONES DE CALIBRACIÓN****Calibrations conditions**

	Temperatura Ambiente <i>Environment temperature</i>	Humedad Relativa <i>Relative humidity</i>	Presión Atmosférica <i>Atmospheric pressure</i>
INICIAL <i>Initial</i>	20,2 °C	65 %	1009 mbar
FINAL <i>Final</i>	20,2 °C	64 %	1009 mbar

8.- **OBSERVACIONES****Observations**

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.

The results are the average of 10 measurements.

Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.

Place a label indicating calibration date and certificate number.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento.

The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

UNIMETRO S.A.C. is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).



MOISES INGA CHUCOS
GERENTE GENERAL
REG. CIP N° 137294

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0213-19

Fecha de emisión: 2019-01-04
Issue date

9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

9.1 CALIBRACIÓN ANTES DEL AJUSTE
BEFORE CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz

Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	93.5	-0.5	0.015
114.0	113.5	-0.5	0.015

9.2 CALIBRACIÓN DESPUES DEL AJUSTE
AFTER CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz

Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	94.0	0.0	0.015
114.0	114.0	0.0	0.015

9.3 ENSAYOS CON SEÑAL ELÉCTRICA
9.3 Electrical Test Signal

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value (dB)	Valor Obtenido Real deviation (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)		
125.0	94.0	78.6	-15.4	-16.1	± 2.0	0.3
250.0	94.0	86.2	-7.8	-8.6	± 1.9	0.3
500.0	94.0	90.7	-3.3	-3.2	± 1.9	1.2
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	94.0	95.4	1.4	1.2	± 2.6	0.3



Pág. 2 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0213-19

Fecha de emisión: 2019-01-04

Issue date

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Real deviation	Desviación Real (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)		
125.0	94.0	94.6	0.6	-0.2	± 2.0	0.3
250.0	94.0	94.3	0.3	0.0	± 1.9	0.3
500.0	94.0	94.2	0.2	0.0	± 1.9	0.3
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	94.0	93.7	-0.3	-0.2	± 2.6	0.3

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Real deviation	Desviación Real (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)		
125.0	114.0	98.1	-15.9	-16.1	± 2.0	0.3
250.0	114.0	105.8	-8.2	-8.6	± 1.9	0.3
500.0	114.0	110.7	-3.3	-3.2	± 1.9	0.3
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	114.0	115.6	1.6	1.2	± 2.6	0.3

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Real deviation	Desviación Real (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)		
125.0	114.0	113.8	-0.2	-0.2	± 2.0	0.3
250.0	114.0	113.7	-0.3	0.0	± 1.9	0.3
500.0	114.0	113.6	-0.4	0.0	± 1.9	0.3
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	114.0	113.6	-0.4	-0.2	± 2.6	0.3

(*) Tolerancias tomadas de la IEC 61672-1:2002

(*) Tolerances taken from IEC 61672-1:2002

FIN DEL DOCUMENTO

Pág. 3 de 3

Certificado de Calibração de Dosímetro Serie 1817



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0215-19

Fecha de emisión: 2019-01-04
Issue date

1.- SOLICITANTE : HSE GOLDEN SOLUTION S.A.C.
Applicant
Dirección : JR. CAJACAY NRO. 226 URB. PARQUE EL NARANJAL 1ETAPA LIMA - LIMA - LOS
Address OLIVOS

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : DOSÍMETRO DE RUIDO
Measuring Instrument DOSIMETER OF NOISE
Marca : LARSON DAVIS Serie : 1817
Brand Serial
Modelo : 706 Procedencia: U.S.A
Model Made in

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN Calibrado el día 2019-01-04 en UNIMETRO S.A.C.
Date and place of calibration Calibration day 2019-01-04 in UNIMETRO S.A.C.

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN
Calibration method
Método de comparación directa según NMP-011-2007 "ELECTROACÚSTICA: Sonómetros/Parte 3:
Ensayos Periódicos" del SNM-INDECOPI (Equivalente a la IEC 61672-3:2006)
Direct comparison method according to NMP-011-2007 "ELECTROACOUSTIC: Sound Level Meters
/ Part 3: Tests Periodic" SNM-INDECOPI (Equivalent to IEC 61672-3:2006)

5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD
Instruments / Measuring equipment and traceability

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	CERTIFICADO
MULTIMETRO DIGITAL	RIGOL	DM3058E	13082
GENERADOR DE FUNCIONES	KEYSIGHT	33512B	LTF-C-094-2018

6.- RESULTADOS

Results
Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento
The results are shown on page 02 of this document
La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95%
The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor $k = 2$ for a confidence level of 95%

7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente	Humedad Relativa	Presión Atmosférica
	Environment temperature	Relative humidity	Atmospheric pressure
INICIAL Initial	20,2 °C	65 %	1009 mbar
FINAL Final	20,2 °C	64 %	1009 mbar

8.- OBSERVACIONES

Observations
Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.
The results are the average of 10 measurements.
Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.
Place a label indicating calibration date and certificate number.
La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento.
The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.



Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

UNIMETRO S.A.C. is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).

MOISES INGA CHUCOS
GERENTE GENERAL
REG. CIP N° 137294

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0215-19

Fecha de emisión: 2019-01-04
Issue date

9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

9.1 CALIBRACIÓN ANTES DEL AJUSTE
BEFORE CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz

Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	93.4	-0.6	0.015
114.0	113.3	-0.7	0.015

9.2 CALIBRACIÓN DESPUES DEL AJUSTE
AFTER CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz

Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	94.1	0.1	0.015
114.0	114.0	0.0	0.015

9.3 ENSAYOS CON SEÑAL ELÉCTRICA
9.3 Electrical Test Signal

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value (dB)	Valor Obtenido Real deviation (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)		
125.0	94.0	78.3	-15.7	-16.1	± 2.0	0.3
250.0	94.0	86.6	-7.4	-8.6	± 1.9	0.3
500.0	94.0	91.5	-2.5	-3.2	± 1.9	0.3
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	94.0	95.2	1.2	1.2	± 2.6	0.3



Pág. 2 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE
CC-IN-0215-19

Fecha de emisión: 2019-01-04

Issue date

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Expected Value	Desviación Real Real deviation	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation		
125.0	94.0	95.1	1.1	-0.2	± 2.0	0.3
250.0	94.0	94.8	0.8	0.0	± 1.9	0.3
500.0	94.0	94.3	0.3	0.0	± 1.9	0.3
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	94.0	93.5	-0.5	-0.2	± 2.6	0.3

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Expected Value	Desviación Real Real deviation	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation		
125.0	114.0	98.4	-15.6	-16.1	± 2.0	0.3
250.0	114.0	106.2	-7.8	-8.6	± 1.9	0.3
500.0	114.0	111.1	-2.9	-3.2	± 1.9	0.3
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	114.0	115.3	1.3	1.2	± 2.6	0.3

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Expected Value	Desviación Real Real deviation	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation		
125.0	114.0	113.3	-0.7	-0.2	± 2.0	0.3
250.0	114.0	113.7	-0.3	0.0	± 1.9	0.3
500.0	114.0	113.8	-0.2	0.0	± 1.9	0.3
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	114.0	114.4	0.4	-0.2	± 2.6	0.3

(*) Tolerancias tomadas de la IEC 61672-1:2002

(*) Tolerances taken from IEC 61672-1:2002

FIN DEL DOCUMENTO
 END OF DOCUMENT

Pág. 3 de 3

Certificado de Calibração de Dosímetro Serie 1818



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0224-19

Fecha de emisión: 2019-01-04

Issue date

1.- SOLICITANTE : HSE GOLDEN SOLUTION S.A.C.
 Applicant
 Dirección : JR. CAJACAY NRO. 226 URB. PARQUE EL NARANJAL 1ETAPA LIMA - LIMA - LOS
 Address OLIVOS

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : DOSÍMETRO DE RUIDO
 Measuring instrument DOSIMETER OF NOISE
 Marca : LARSON DAVIS Serie : 1818
 Brand Serial
 Modelo : 706 Procedencia: U.S.A
 Model Made in

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN Calibrado el día 2019-01-04 en UNIMETRO S.A.C.
 Date and place of calibration Calibration day 2019-01-04 in UNIMETRO S.A.C.

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN
 Calibration method
 Método de comparación directa según NMP-011-2007 "ELECTROACÚSTICA: Sonómetros/Parte 3: Ensayos Periódicos" del SNM-INDECOPI (Equivalente a la IEC 61672-3:2006)
 Direct comparison method according to NMP-011-2007 "ELECTROACOUSTIC: Sound Level Meters / Part 3: Tests Periodic" SNM-INDECOPI (Equivalent to IEC 61672-3:2006)

5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD
 Instruments / Measuring equipment and traceability

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	CERTIFICADO
MULTIMETRO DIGITAL	RIGOL	DM3058E	13082
GENERADOR DE FUNCIONES	KEYSIGHT	33512B	LTF-C-094-2018

6.- RESULTADOS

Results

Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento

The results are shown on page 02 of this document

La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95%

The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor $k = 2$ for a confidence level of 95%

7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente Environment temperature	Humedad Relativa Relative humidity	Presión Atmosférica Atmospheric pressure
INICIAL Initial	20,2 °C	65 %	1009 mbar
FINAL Final	20,3 °C	65 %	1009 mbar

8.- OBSERVACIONES

Observations

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.

The results are the average of 10 measurements.

Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.

Place a label indicating calibration date and certificate number.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento.

The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.



Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

UNIMETRO S.A.C. is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).

MOISES INGA CHUCOS
 GERENTE GENERAL
 REG. CIP N° 137294

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0224-19

Fecha de emisión: 2019-01-04
Issue date

9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

9.1 CALIBRACIÓN ANTES DEL AJUSTE
BEFORE CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz

Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	93.4	-0.6	0.015
114.0	113.3	-0.7	0.015

9.2 CALIBRACIÓN DESPUES DEL AJUSTE
AFTER CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz

Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	94.1	0.1	0.015
114.0	114.0	0.0	0.015

9.3 ENSAYOS CON SEÑAL ELÉCTRICA
9.3 Electrical Test Signal

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value (dB)	Valor Obtenido Real deviation (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)		
125.0	94.0	77.7	-16.3	-16.1	± 2.0	0.3
250.0	94.0	85.9	-8.1	-8.6	± 1.9	0.3
500.0	94.0	91.4	-2.6	-3.2	± 1.9	0.3
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	94.0	95.3	1.3	1.2	± 2.6	0.3



Pág. 2 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0224-19

Fecha de emisión: 2019-01-04

Issue date

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Expected Value (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)		
125.0	94.0	94.7	0.7	-0.2	± 2.0	0.3
250.0	94.0	94.6	0.6	0.0	± 1.9	0.3
500.0	94.0	94.2	0.2	0.0	± 1.9	0.3
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	94.0	93.6	-0.4	-0.2	± 2.6	0.3

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Expected Value (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)		
125.0	114.0	98.3	-15.7	-16.1	± 2.0	0.3
250.0	114.0	105.6	-8.4	-8.6	± 1.9	0.3
500.0	114.0	110.6	-3.4	-3.2	± 1.9	0.3
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	114.0	116.5	2.5	1.2	± 2.6	1.9

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Expected Value (dB)	Desviación Real Real deviation (dB)	Desviación Teórica (*) Theoretical deviation (dB)		
125.0	114.0	113.4	-0.6	-0.2	± 2.0	0.3
250.0	114.0	113.6	-0.4	0.0	± 1.9	0.3
500.0	114.0	113.8	-0.2	0.0	± 1.9	0.3
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	114.0	114.4	0.4	-0.2	± 2.6	0.3

(*) Tolerancias tomadas de la IEC 61672-1:2002

(*) Tolerances taken from IEC 61672-1:2002

FIN DEL DOCUMENTO
END OF DOCUMENT

Pág. 3 de 3

Certificado de Calibração de Dosímetro Serie 17615



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0223-19

Fecha de emisión: 2019-01-04

Issue date

1.- SOLICITANTE : HSE GOLDEN SOLUTION S.A.C.

Applicant

Dirección : JR. CAJACAY NRO. 226 URB. PARQUE EL NARANJAL 1ETAPA LIMA - LIMA - LOS

Address OLIVOS

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : DOSÍMETRO DE RUIDO

Measuring Instrument

DOSIMETER OF NOISE

Marca : LARSON DAVIS

Serie :

17615

Brand

Serial

Modelo : 706

Procedencia: U.S.A

Model

Made in

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el día 2019-01-04 en UNIMETRO S.A.C.

Date and place of calibration

Calibration day 2019-01-04 in UNIMETRO S.A.C.

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibration method

Método de comparación directa según NMP-011-2007 "ELECTROACÚSTICA: Sonómetros/Parte 3:

Ensayos Periódicos" del SNM-INDECOPI (Equivalente a la IEC 61672-3:2006)

Direct comparison method according to NMP-011-2007 "ELECTROACOUSTIC: Sound Level Meters

/ Part 3: Tests Periodic" SNM-INDECOPI (Equivalent to IEC 61672-3:2006)

5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD

Instruments / Measuring equipment and traceability

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	CERTIFICADO
MULTIMETRO DIGITAL	RIGOL	DM3058E	13082
GENERADOR DE FUNCIONES	KEYSIGHT	33512B	LTF-C-094-2018

6.- RESULTADOS

Results

Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento

The results are shown on page 02 of this document

La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$ para un nivel

de confianza del 95%

The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor $k = 2$ for a confidence

level of 95%

7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Calibrations conditions

	Temperatura Ambiente	Humedad Relativa	Presión Atmosférica
	Environment temperature	Relative humidity	Atmospheric pressure
INICIAL Initial	20,2 °C	65 %	1009 mbar
FINAL Final	20,2 °C	64 %	1009 mbar

8.- OBSERVACIONES

Observations

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.

The results are the average of 10 measurements.

Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.

Place a label indicating calibration date and certificate number.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento.

The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

UNIMETRO S.A.C. is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).



MOISES INGA CHUCOS
GERENTE GENERAL
REG. CIP N° 137294

Pág. 1 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CALIBRATION CERTIFICATE

CC-IN-0223-19

Fecha de emisión: 2019-01-04
Issue date

9.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

9.1 CALIBRACIÓN ANTES DEL AJUSTE
BEFORE CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz

Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	93.5	-0.5	0.015
114.0	113.4	-0.6	0.015

9.2 CALIBRACIÓN DESPUES DEL AJUSTE
AFTER CALIBRATION ADJUSTMENT

Ensayo de variación acústica a 1000 Hz

Acoustic test variation at 1000 Hz

Valor nominal Nominal value (dB)	Valor encontrado Value found (dB)	Desviación deviation (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
94.0	94.0	0.0	0.015
114.0	114.0	0.0	0.015

9.3 ENSAYOS CON SEÑAL ELÉCTRICA
9.3 Electrical Test Signal

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia

Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value (dB)	Valor Obtenido Real deviation (dB)	Desviación Real Theoretical deviation (dB)	Desviación Teórica (*) (dB)		
125.0	94.0	77.8	-16.2	-16.1	± 2.0	0.3
250.0	94.0	85.9	-8.1	-8.6	± 1.9	0.3
500.0	94.0	91.3	-2.7	-3.2	± 1.9	0.3
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	94.0	95.5	1.5	1.2	± 2.6	0.3



Pág. 2 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE
CC-IN-0223-19

Fecha de emisión: 2019-01-04
 Issue date

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia
Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Real deviation	Desviación Real Theoretical deviation	Desviación Teórica (*) (dB)		
125.0	94.0	94.8	0.8	-0.2	± 2.0	0.3
250.0	94.0	94.5	0.5	0.0	± 1.9	0.3
500.0	94.0	94.2	0.2	0.0	± 1.9	0.3
1000.0	94.0	94.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	94.0	93.7	-0.3	-0.2	± 2.6	0.3

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia
Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal A Time weighting A				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Real deviation	Desviación Real Theoretical deviation	Desviación Teórica (*) (dB)		
125.0	114.0	98.2	-15.8	-16.1	± 2.0	0.3
250.0	114.0	105.7	-8.3	-8.6	± 1.9	0.3
500.0	114.0	110.8	-3.2	-3.2	± 1.9	0.3
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	114.0	116.6	2.6	1.2	± 2.6	2.0

Ensayo eléctrico de variación de frecuencia
Electrical Test Frequency Variation

Frecuencia Frequency (Hz)	Ponderación temporal C Time weighting C				Tolerancia (*) Tolerance (dB)	Incertidumbre uncertainty (dB)
	Valor Nominal Expected Value	Valor Obtenido Real deviation	Desviación Real Theoretical deviation	Desviación Teórica (*) (dB)		
125.0	114.0	113.5	-0.5	-0.2	± 2.0	0.3
250.0	114.0	113.7	-0.3	0.0	± 1.9	0.3
500.0	114.0	113.8	-0.2	0.0	± 1.9	0.3
1000.0	114.0	114.0	0.0	0.0	± 1.4	0.3
2000.0	114.0	114.3	0.3	-0.2	± 2.6	0.3

(*) Tolerancias tomadas de la IEC 61672-1:2002
 (*) Tolerances taken from IEC 61672-1:2002

FIN DEL DOCUMENTO
 END OF DOCUMENT

Pág. 3 de 3

Calibrador Acústico

Calibration Certificate

Certificate Number 2019505631

Customer:

Ceneris

Cal Rodolfo Beltran N 182

Urb Santa Catalina

Telf Number La Victoria

Lima, Peru

Model Number CAL150

Serial Number 5790

Test Results Pass

Initial Condition As Manufactured

Description Larson Davis CAL150 Calibrator

Procedure Number D0001.8386

Technician Scott Montgomery

Calibration Date 24 May 2019

Calibration Due

Temperature 23 °C ± 0.3 °C

Humidity 40 %RH ± 3 %RH

Static Pressure 101.4 kPa ± 1 kPa

Evaluation Method The data is acquired by the insert voltage calibration method using the reference microphone's open circuit sensitivity. Data reported in dB re 20 µPa.

Compliance Standards Compliant to Manufacturer Specifications per D0001.8190 and the following standards:
IEC 60942:2003 ANSI S1.40-2006

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the SI through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005.

Test points marked with a ‡ in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2008.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Standards Used

Description	Cal Date	Cal Due	Cal Standard
Agilent 34401A DMM	09/04/2018	09/04/2019	001021
Sound Level Meter / Real Time Analyzer	04/07/2019	04/07/2020	001051
Microphone Calibration System	08/20/2018	08/20/2019	005446
1/2" Preamplifier	10/09/2018	10/09/2019	006506
Larson Davis 1/2" Preamplifier 7-pin LEMO	08/20/2018	08/20/2019	006507
1/2 inch Microphone - RI - 200V	08/17/2018	08/17/2019	006511
Pressure Transducer	10/12/2018	10/12/2019	007204

Larson Davis, a division of PCB Piezotronics, Inc
1681 West 820 North
Provo, UT 84601, United States
716-684-0001

7/5/2016 1:06:39PM



LARSON DAVIS
A PCB PIEZOTRONICS DIV.

APÊNDICE

APENDICE A - RESULTADOS OBTIDOS DOS GHE NO SOFTWARE IHDA

RESULTADOS OBTIDOS DOS GHE NO SOFTWARE IHDA

GES 1

Goodness-of-fit Tests:

Fillibens Test:

R = 0.997

critical R = 0.868

Interpretation: the lognormal distribution hypothesis is not rejected.

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 4

Min = 97.7

Max = 200

Median = 137.0000

Descriptive Statistics:

Mean = 143.0000

SD = 43.3000

GM = 138.0000

GSD = 1.3500

Compliance Statistics (lognormal):

X0.95 = 226.0000 95%LCL = 173.0000 95%UCL = 647.0000

ExcFrac = 0.859 95%LCL = 0.478 95%UCL = 0.982

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

Certainly Level = 1 - High

Rating: HC WC C PC UC

Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

Prior 0.020 0.040 0.140 0.600 0.200

Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.848 0.152

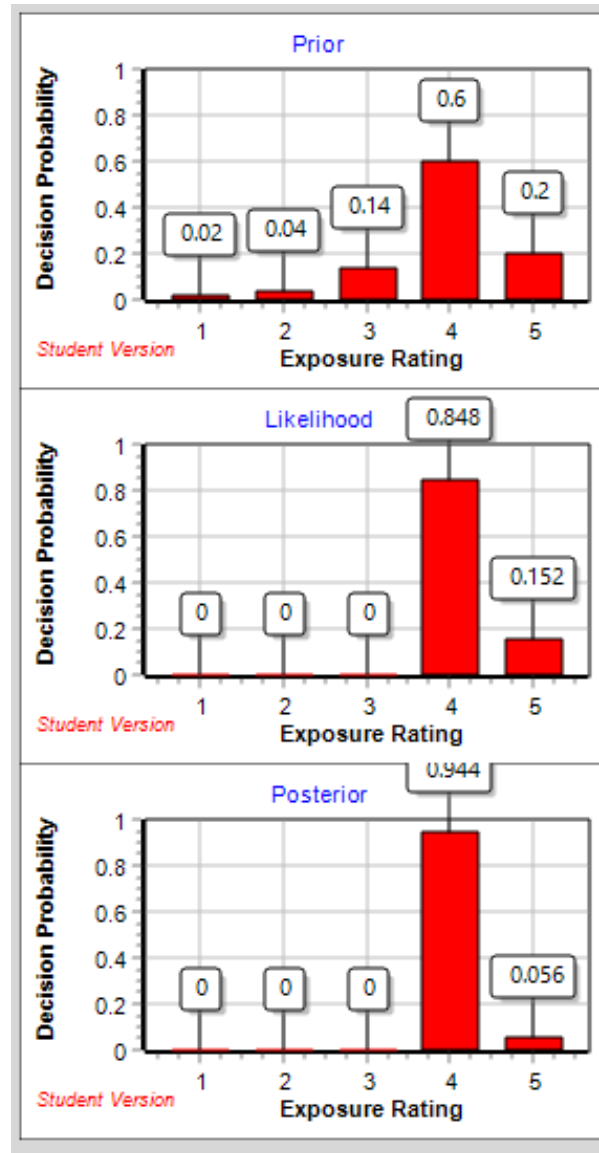
Posterior 0.000 0.000 0.000 0.944 0.056

Cum Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.848 1.000

Cum Posterior 0.000 0.000 0.000 0.944 1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500

GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 1-1

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 1
Min = 37
Max = 37

Descriptive Statistics:

Compliance Statistics (lognormal):

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

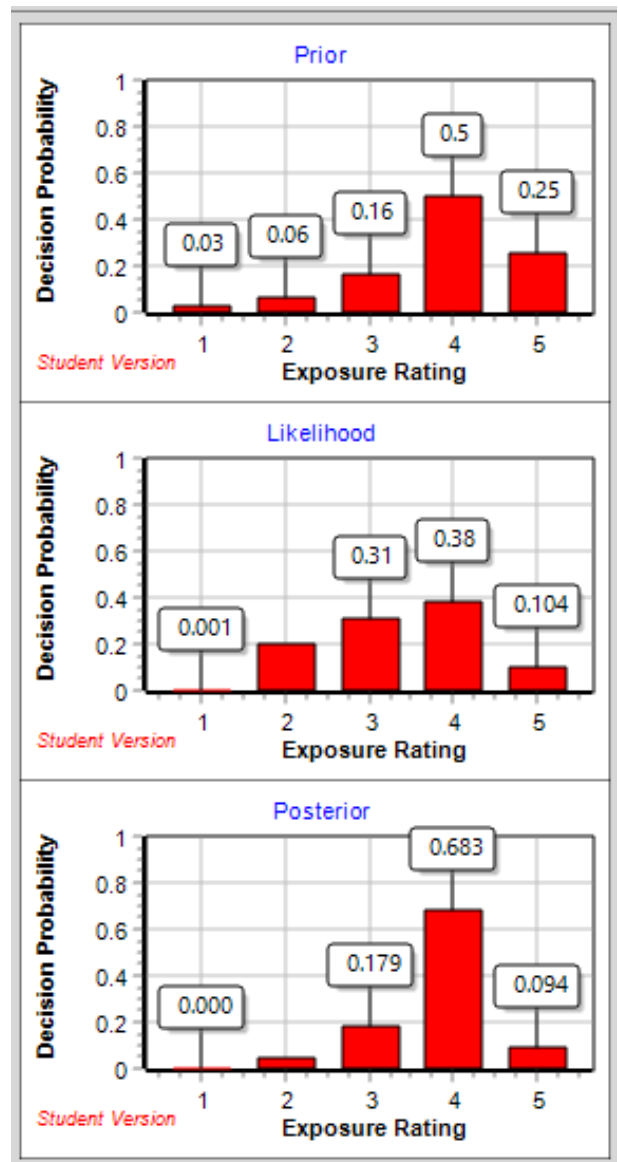
Certainly Level = 2 - Medium

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

Prior	0.030	0.060	0.160	0.500	0.250
Likelihood	0.001	0.205	0.310	0.380	0.104
Posterior	0.000	0.044	0.179	0.683	0.094

Cum Likelihood	0.001	0.206	0.516	0.896	1.000
Cum Posterior	0.000	0.044	0.223	0.906	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 2

Goodness-of-fit Tests:

Fillibens Test:

R = 0.937

critical R = 0.898

Interpretation: the lognormal distribution hypothesis is not rejected.

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 7

Min = 89.1

Max = 200

Median = 152.0000

Descriptive Statistics:

Mean = 141.0000

SD = 47.2000

GM = 134.0000

GSD = 1.4200

Compliance Statistics (lognormal):

X0.95 = 239.0000 95%LCL = 185.0000 95%UCL = 442.0000

ExcFrac = 0.799 95%LCL = 0.530 95%UCL = 0.938

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

Certainly Level = 2 - Medium

Rating: HC WC C PC UC

Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

Prior 0.030 0.060 0.160 0.500 0.250

Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.938 0.062

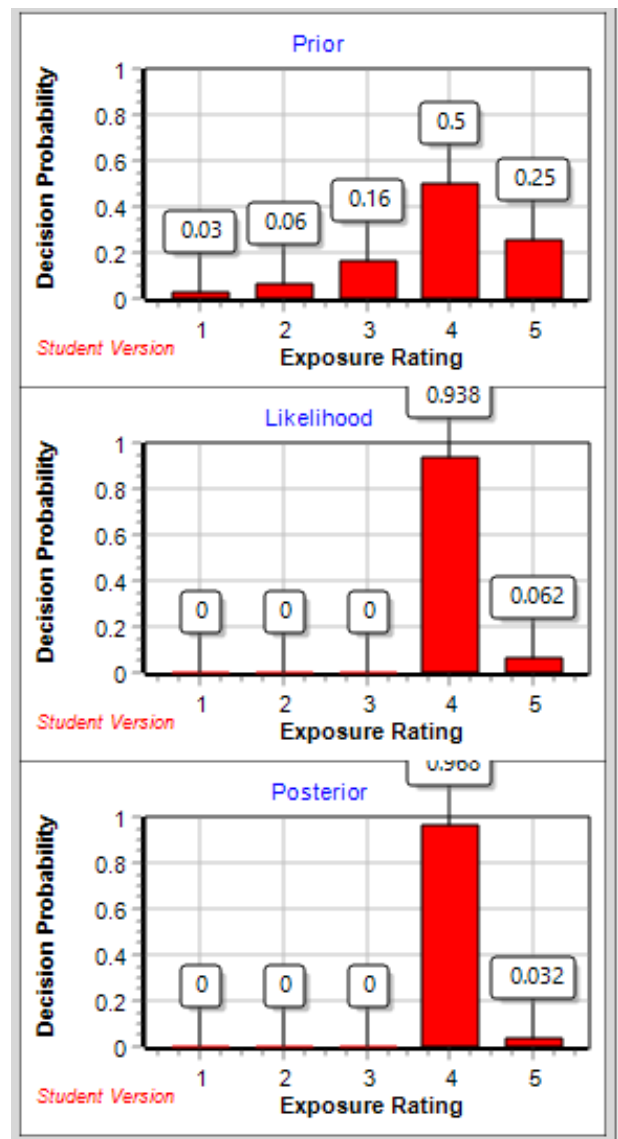
Posterior 0.000 0.000 0.000 0.968 0.032

Cum Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.938 1.000

Cum Posterior 0.000 0.000 0.000 0.968 1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500

GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 2-1

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 1
Min = 30.8
Max = 30.8

Descriptive Statistics:

Compliance Statistics (lognormal):

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 3 - Controlled

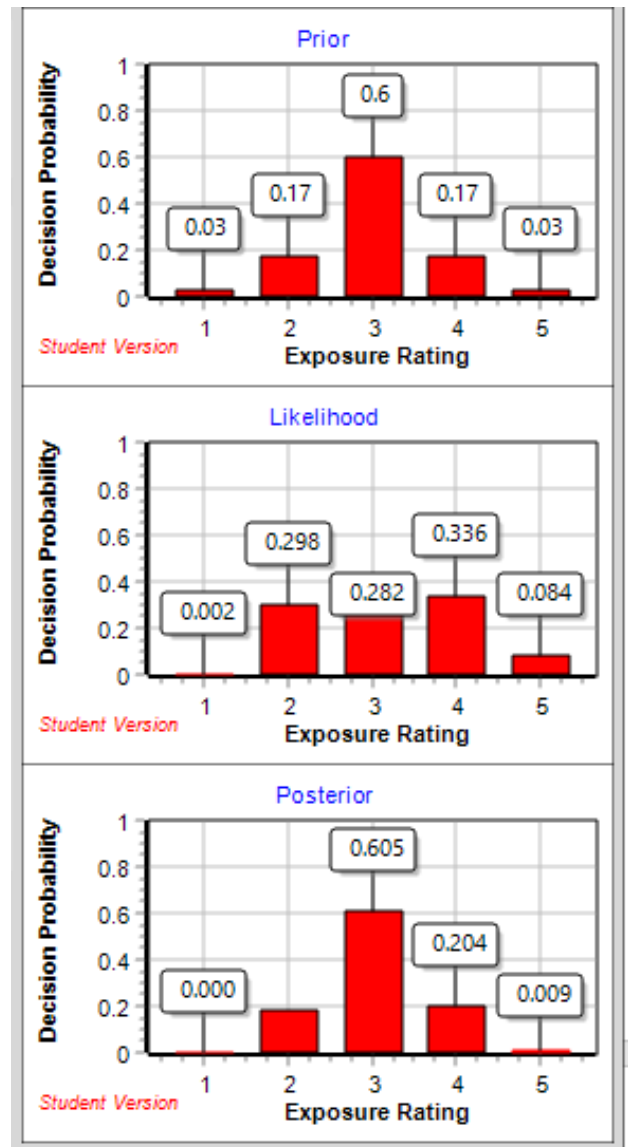
Certainly Level = 1 - High

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

	HC	WC	C	PC	UC
Prior	0.030	0.170	0.600	0.170	0.030
Likelihood	0.002	0.298	0.282	0.336	0.084
Posterior	0.000	0.181	0.605	0.204	0.009

	HC	WC	C	PC	UC
Cum Likelihood	0.002	0.299	0.581	0.916	1.000
Cum Posterior	0.000	0.181	0.787	0.991	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 3

Goodness-of-fit Tests:

Fillibens Test:

R = 0.902

critical R = 0.898

Interpretation: the lognormal distribution hypothesis is not rejected.

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 7

Min = 214

Max = 857

Median = 729.0000

Descriptive Statistics:

Mean = 607.0000

SD = 260.0000

GM = 542.0000

GSD = 1.7500

Compliance Statistics (lognormal):

X0.95 = 1.36E0003 95%LCL = 906.0000 95%UCL = 3.62E0003

ExcFrac = 0.999 95%LCL = 0.924 95%UCL = >0.999

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

Certainly Level = 2 - Medium

Rating: HC WC C PC UC

Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

Prior 0.030 0.060 0.160 0.500 0.250

Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000

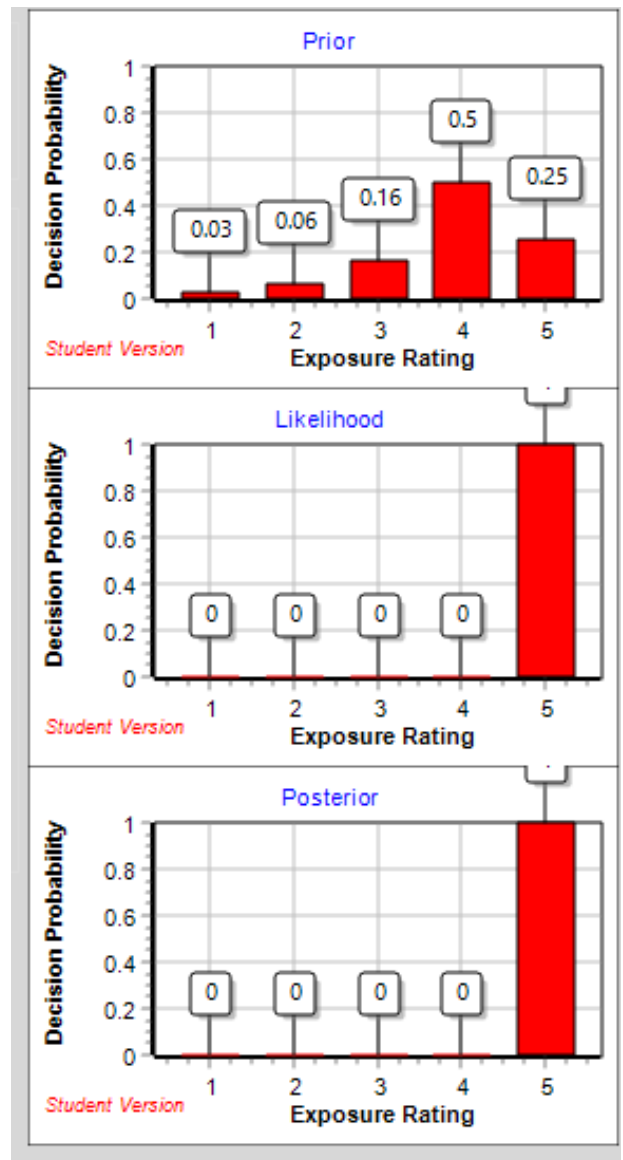
Posterior 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000

Cum Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000

Cum Posterior 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500

GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 4

Goodness-of-fit Tests:

Fillibens Test:

R = 0.948

critical R = 0.912

Interpretation: the lognormal distribution hypothesis is not rejected.

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 9

Min = 48.9

Max = 481

Median = 276.0000

Descriptive Statistics:

Mean = 251.0000

SD = 165.0000

GM = 193.0000

GSD = 2.2900

Compliance Statistics (lognormal):

X0.95 = 753.0000 95%LCL = 438.0000 95%UCL = 2.37E0003

ExcFrac = 0.788 95%LCL = 0.556 95%UCL = 0.921

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 3 - Controlled

Certainly Level = 3 - Low

Rating: HC WC C PC UC

Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

Prior 0.070 0.230 0.400 0.230 0.070

Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.093 0.907

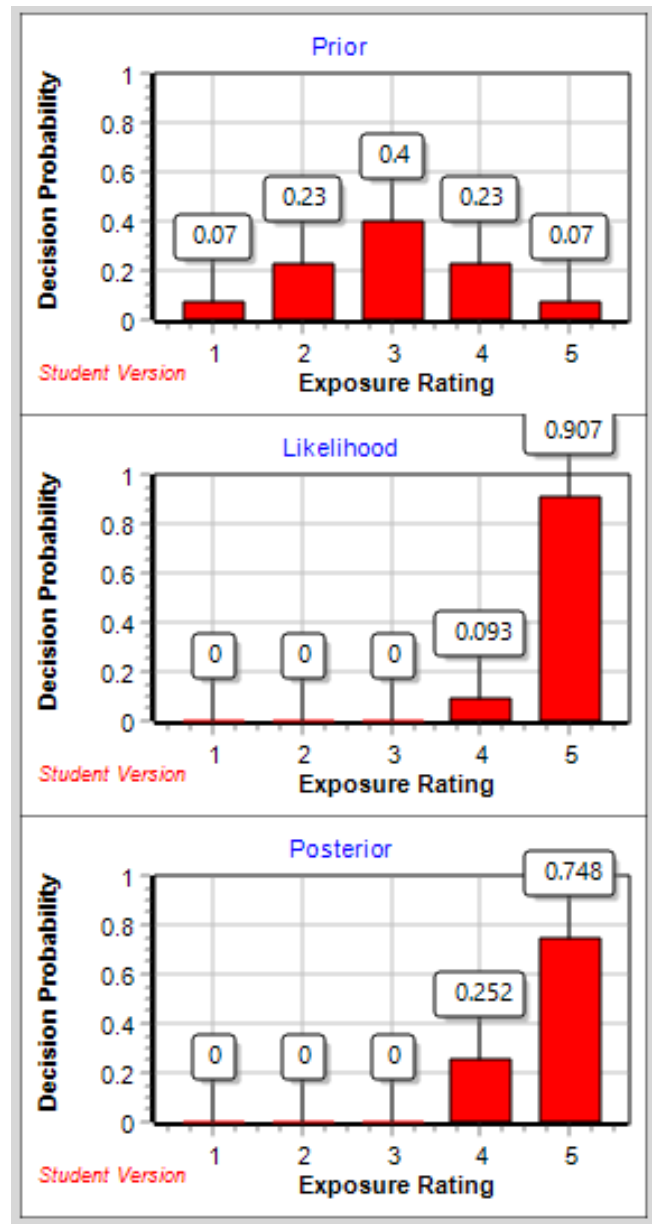
Posterior 0.000 0.000 0.000 0.252 0.748

Cum Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.093 1.000

Cum Posterior 0.000 0.000 0.000 0.252 1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500

GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 5

Goodness-of-fit Tests:

Fillibens Test:

R = 0.941

critical R = 0.912

Interpretation: the lognormal distribution hypothesis is not rejected.

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 9

Min = 200

Max = 1.71E0003

Median = 746.0000

Descriptive Statistics:

Mean = 880.0000

SD = 439.0000

GM = 766.0000

GSD = 1.8500

Compliance Statistics (lognormal):

X0.95 = 2.1E0003 95%LCL = 1.41E0003 95%UCL = 4.92E0003

ExcFrac = 1.000 95%LCL = 0.966 95%UCL = >0.999

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 5 - Uncontrolled

Certainly Level = 1 - High

Rating: HC WC C PC UC

Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

Prior 0.010 0.040 0.150 0.200 0.600

Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000

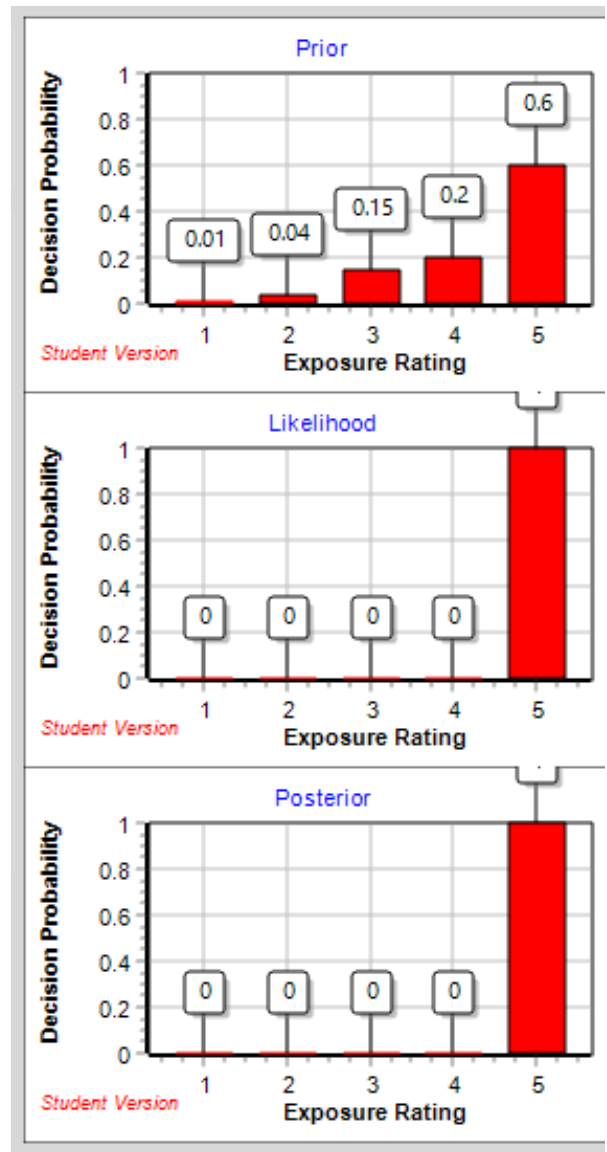
Posterior 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000

Cum Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000

Cum Posterior 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500

GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 6

Goodness-of-fit Tests:

Fillibens Test:

R = 0.974

critical R = 0.923

Interpretation: the lognormal distribution hypothesis is not rejected.

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 11

Min = 325

Max = 1.27E0003

Median = 746.0000

Descriptive Statistics:

Mean = 777.0000

SD = 304.0000

GM = 717.0000

GSD = 1.5500

Compliance Statistics (lognormal):

X0.95 = 1.48E0003 95%LCL = 1.13E0003 95%UCL = 2.47E0003

ExcFrac = 1.000 95%LCL = 0.997 95%UCL = >0.999

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

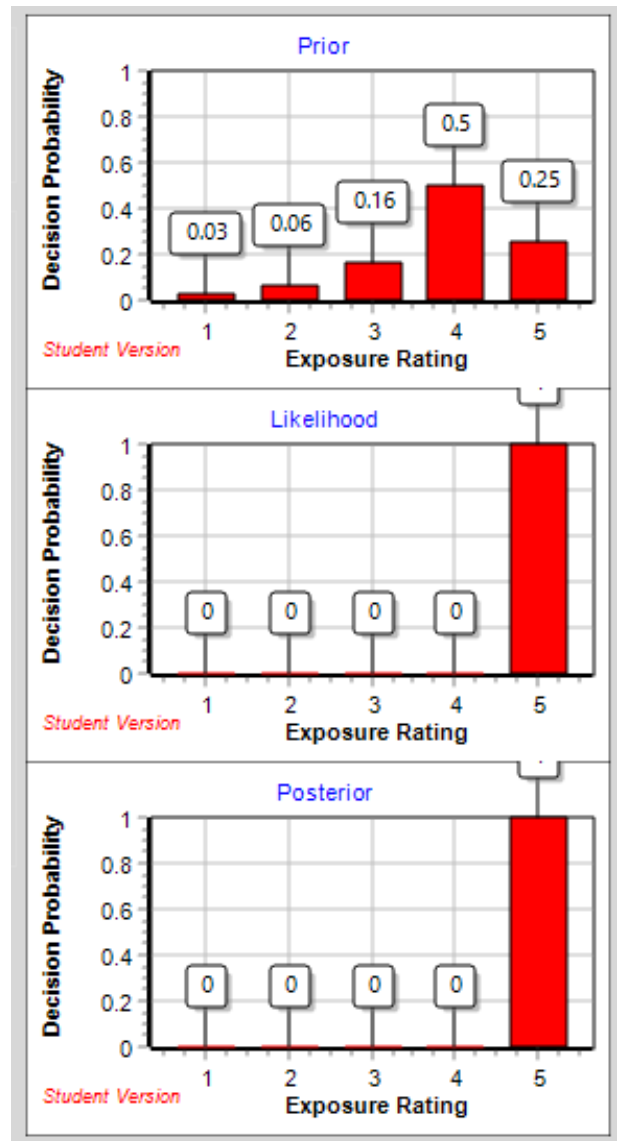
Certainly Level = 2 - Medium

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

	HC	WC	C	PC	UC
Prior	0.030	0.060	0.160	0.500	0.250
Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
Posterior	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

	HC	WC	C	PC	UC
Cum Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
Cum Posterior	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 7

Goodness-of-fit Tests:

Fillibens Test:

R = 0.977

critical R = 0.880

Interpretation: the lognormal distribution hypothesis is not rejected.

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 5

Min = 100

Max = 579

Median = 200.0000

Descriptive Statistics:

Mean = 268.0000

SD = 185.0000

GM = 227.0000

GSD = 1.9000

Compliance Statistics (lognormal):

X0.95 = 650.0000 95%LCL = 383.0000 95%UCL = 3.35E0003

ExcFrac = 0.899 95%LCL = 0.579 95%UCL = 0.988

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

Certainly Level = 2 - Medium

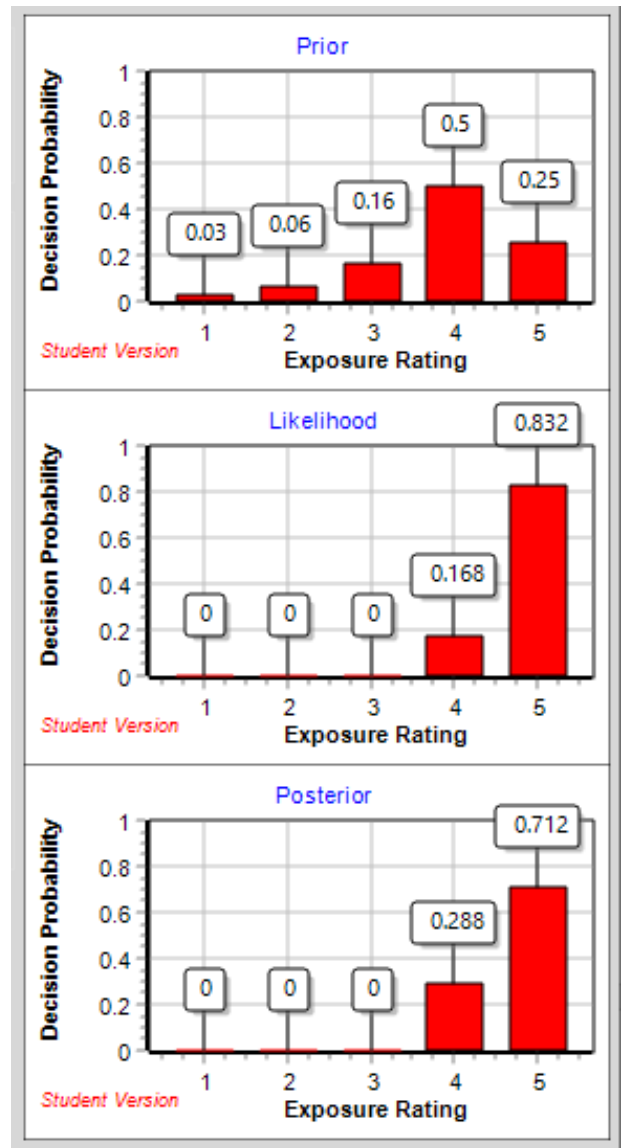
Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

	HC	WC	C	PC	UC
Prior	0.030	0.060	0.160	0.500	0.250
Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.168	0.832
Posterior	0.000	0.000	0.000	0.288	0.712

Cum Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.168 1.000

Cum Posterior 0.000 0.000 0.000 0.288 1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 8

Goodness-of-fit Tests:

Fillibens Test:

R = 0.958

critical R = 0.880

Interpretation: the lognormal distribution hypothesis is not rejected.

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 5

Min = 126

Max = 270

Median = 174.0000

Descriptive Statistics:

Mean = 187.0000

SD = 52.4000

GM = 182.0000

GSD = 1.3100

Compliance Statistics (lognormal):

X0.95 = 284.0000 95%LCL = 227.0000 95%UCL = 571.0000

ExcFrac = 0.986 95%LCL = 0.756 95%UCL = >0.999

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

Certainly Level = 2 - Medium

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

Prior 0.030 0.060 0.160 0.500 0.250

Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.851 0.149

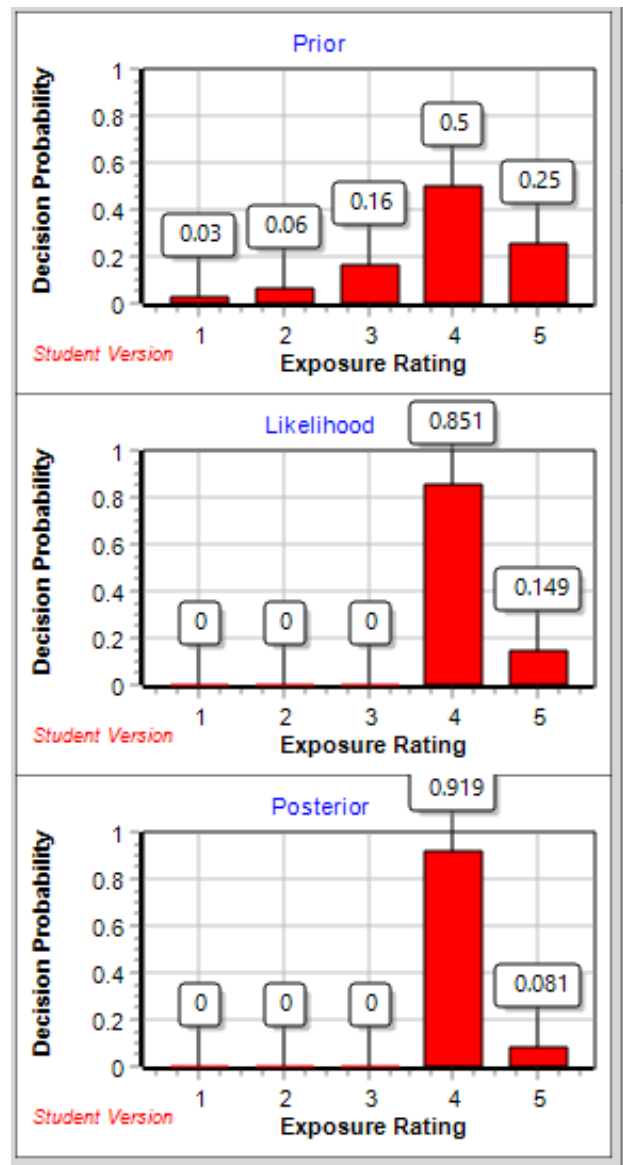
Posterior 0.000 0.000 0.000 0.919 0.081

Cum Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.851 1.000

Cum Posterior 0.000 0.000 0.000 0.919 1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500

GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 9

Goodness-of-fit Tests:

Fillibens Test:

R = 0.963

critical R = 0.794

Interpretation: the lognormal distribution hypothesis is not rejected.

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 3

Min = 138

Max = 528

Median = 373.0000

Descriptive Statistics:

Mean = 346.0000

SD = 196.0000

GM = 301.0000

GSD = 2.0000

Compliance Statistics (lognormal):

X0.95 = 945.0000 95%LCL = 469.0000 95%UCL = 6.18E0004

ExcFrac = 0.943 95%LCL = 0.484 95%UCL = 0.999

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

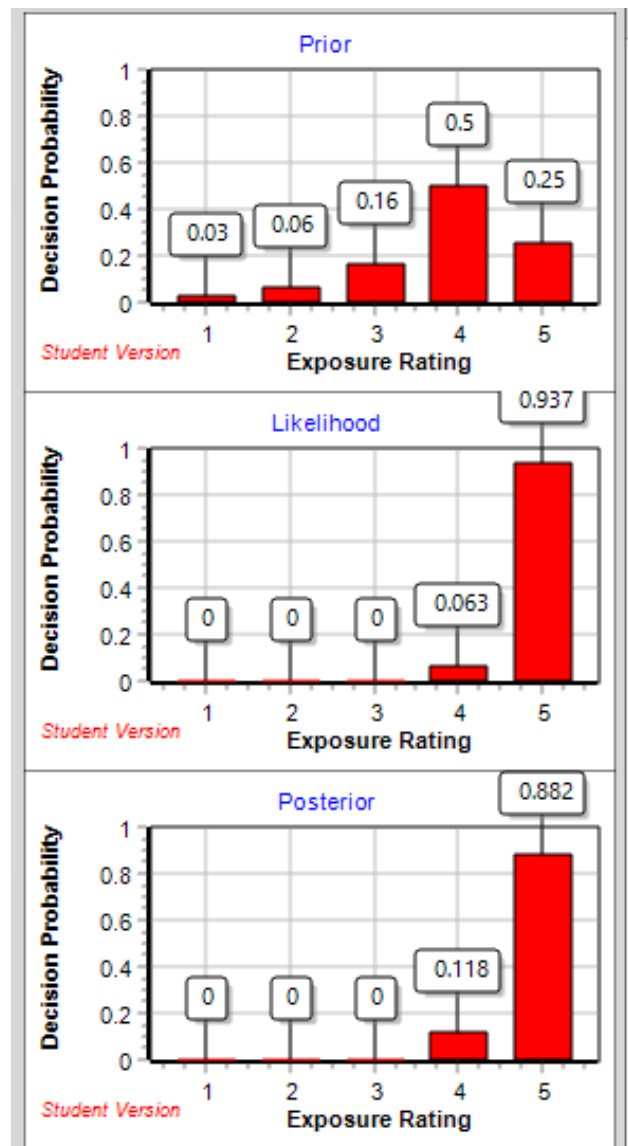
Certainly Level = 2 - Medium

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

	Prior	0.030	0.060	0.160	0.500	0.250
Likelihood		0.000	0.000	0.000	0.063	0.937
Posterior		0.000	0.000	0.000	0.118	0.882

	Cum Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.063	1.000
Cum Posterior		0.000	0.000	0.000	0.118	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES10

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 2
 Min = 782
 Max = 940
 Median = 861.0000

Descriptive Statistics:

Mean = 861.0000
 SD = 112.0000
 GM = 857.0000
 GSD = 1.1400

Compliance Statistics (lognormal):

X0.95 = 1.06E0003 95%LCL = 912.0000 95%UCL = 2.65E0004
 ExcFrac = 1.000 95%LCL = >0.569 95%UCL = >0.999

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior
 Initial Rating = 5 - Uncontrolled
 Certainly Level = 2 - Medium

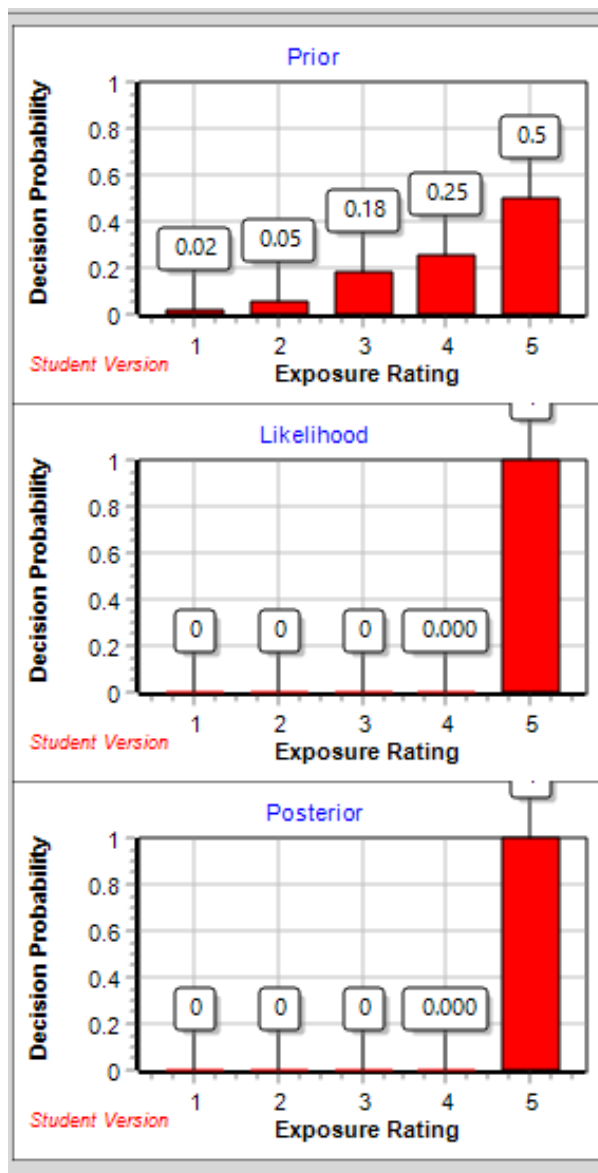
Rating: HC WC C PC UC
 Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

	HC	WC	C	PC	UC
Prior	0.020	0.050	0.180	0.250	0.500
Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
Posterior	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

Cum Likelihood 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000

Cum Posterior 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
 GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 11

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 1
Min = 429
Max = 429

Descriptive Statistics:

Compliance Statistics (lognormal):

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

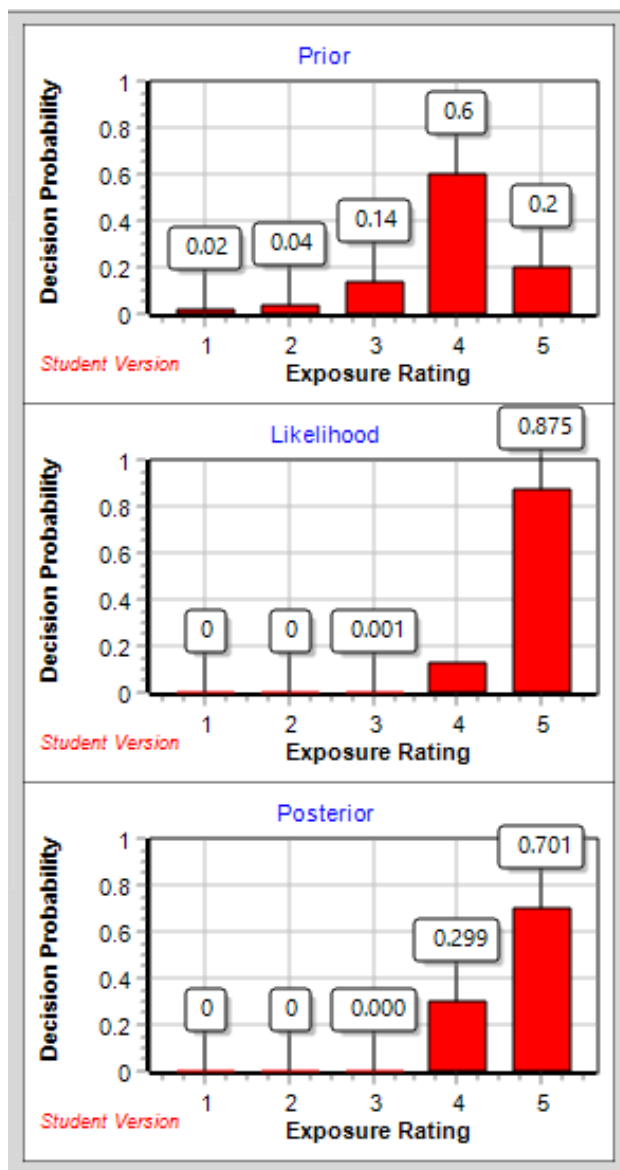
Certainty Level = 1 - High

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

	HC	WC	C	PC	UC
Prior	0.020	0.040	0.140	0.600	0.200
Likelihood	0.000	0.000	0.001	0.124	0.875
Posterior	0.000	0.000	0.000	0.299	0.701

	HC	WC	C	PC	UC
Cum Likelihood	0.000	0.000	0.001	0.125	1.000
Cum Posterior	0.000	0.000	0.000	0.299	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES12

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 1
Min = 1.16E0003
Max = 1.16E0003

Descriptive Statistics:

Compliance Statistics (lognormal):

Bayesian Decision Charts:

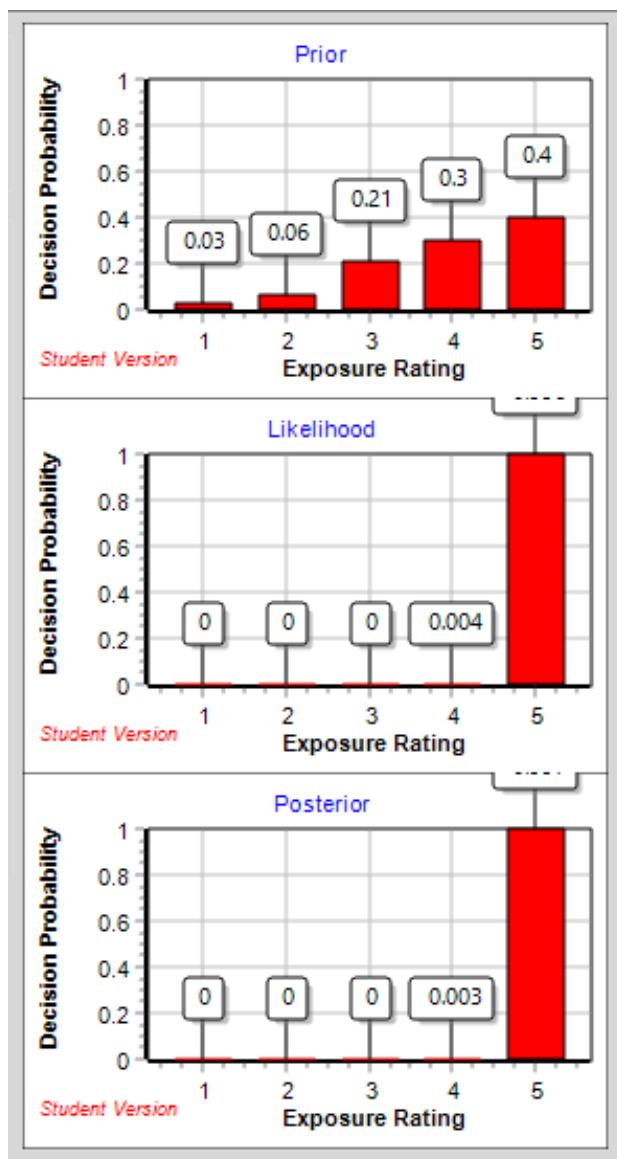
Type of prior decision distribution:
Professional judgment prior
Initial Rating = 5 - Uncontrolled
Certainly Level = 3 - Low

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

Prior	0.030	0.060	0.210	0.300	0.400
Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.004	0.996
Posterior	0.000	0.000	0.000	0.003	0.997

Cum Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.004	1.000
Cum Posterior	0.000	0.000	0.000	0.003	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES13-1

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 1
Min = 187
Max = 187

Descriptive Statistics:

Compliance Statistics (lognormal):

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

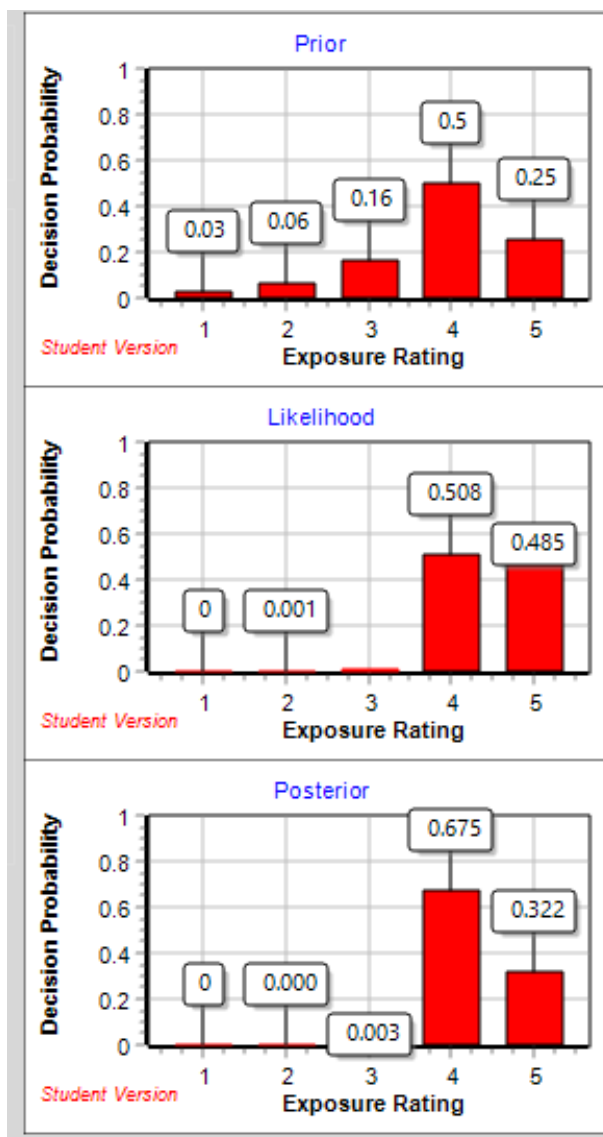
Professional judgment prior
Initial Rating = 4 - Poorly-controlled
Certainly Level = 2 - Medium

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

	HC	WC	C	PC	UC
Prior	0.030	0.060	0.160	0.500	0.250
Likelihood	0.000	0.001	0.006	0.508	0.485
Posterior	0.000	0.000	0.003	0.675	0.322

	HC	WC	C	PC	UC
Cum Likelihood	0.000	0.001	0.007	0.515	1.000
Cum Posterior	0.000	0.000	0.003	0.678	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES13-2

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 1
Min = 1.13E0003
Max = 1.13E0003

Descriptive Statistics:

Compliance Statistics (lognormal):

Bayesian Decision Charts:

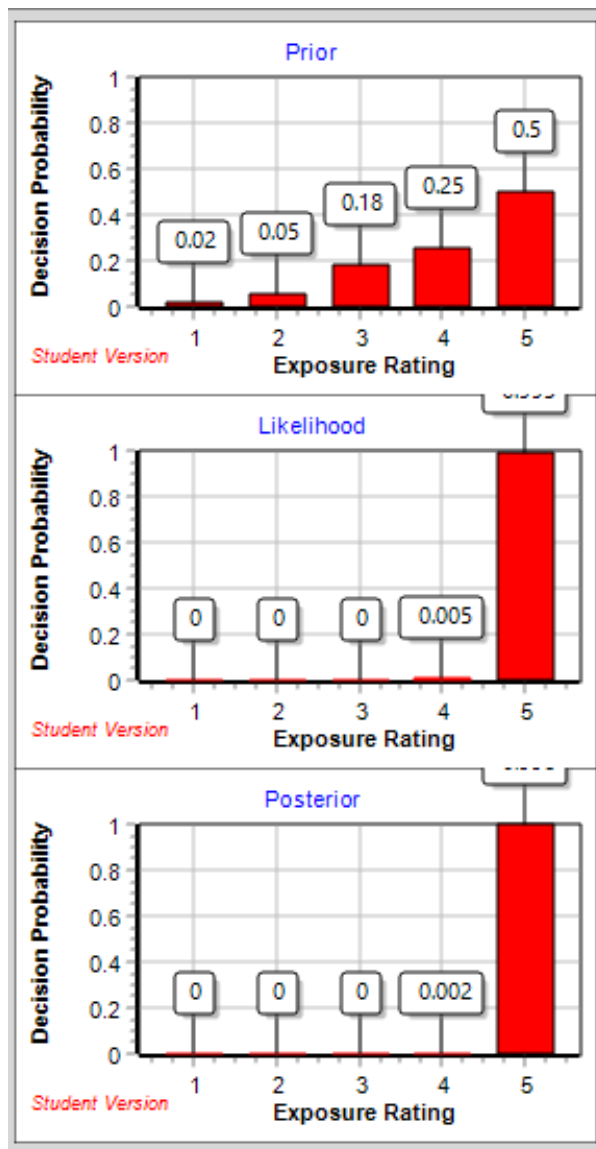
Type of prior decision distribution:
Professional judgment prior
Initial Rating = 5 - Uncontrolled
Certainly Level = 2 - Medium

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

Prior	0.020	0.050	0.180	0.250	0.500
Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.005	0.995
Posterior	0.000	0.000	0.000	0.002	0.998

Cum Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.005	1.000
Cum Posterior	0.000	0.000	0.000	0.002	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 14

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 1
Min = 409
Max = 409

Descriptive Statistics:

Compliance Statistics (lognormal):

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

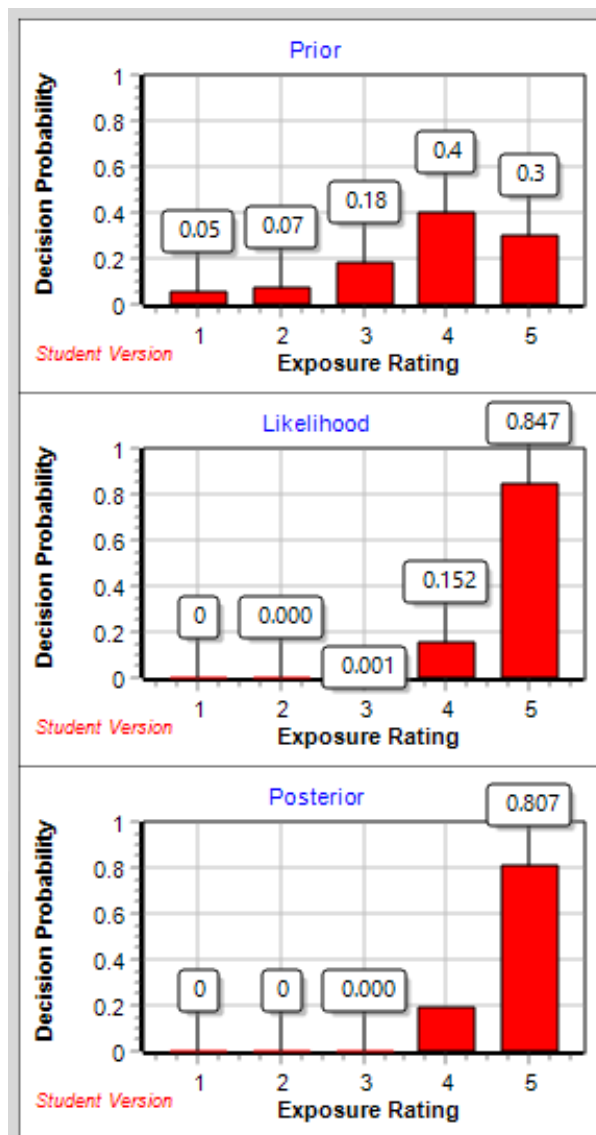
Certainty Level = 3 - Low

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

	HC	WC	C	PC	UC
Prior	0.050	0.070	0.180	0.400	0.300
Likelihood	0.000	0.000	0.001	0.152	0.847
Posterior	0.000	0.000	0.000	0.193	0.807

	HC	WC	C	PC	UC
Cum Likelihood	0.000	0.000	0.001	0.153	1.000
Cum Posterior	0.000	0.000	0.000	0.193	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 15

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 1
Min = 1.27E0003
Max = 1.27E0003

Descriptive Statistics:

Compliance Statistics (lognormal):

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 5 - Uncontrolled

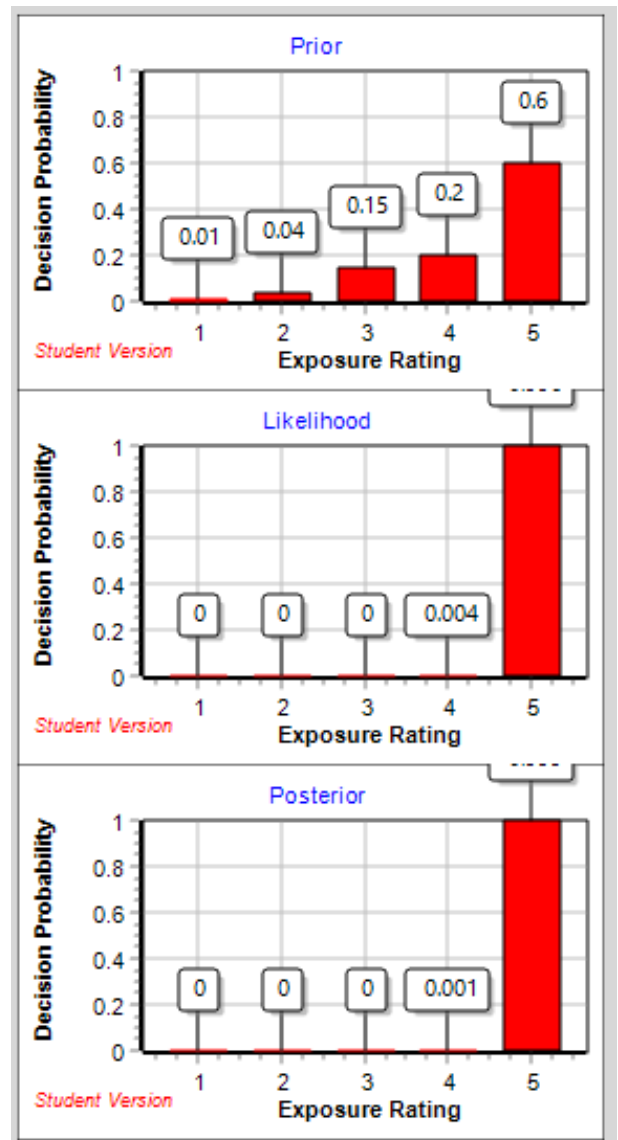
Certainly Level = 1 - High

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

Prior	0.010	0.040	0.150	0.200	0.600
Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.004	0.996
Posterior	0.000	0.000	0.000	0.001	0.999

Cum Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.004	1.000
Cum Posterior	0.000	0.000	0.000	0.001	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 16

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 1
Min = 129
Max = 129

Descriptive Statistics:

Compliance Statistics (lognormal):

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

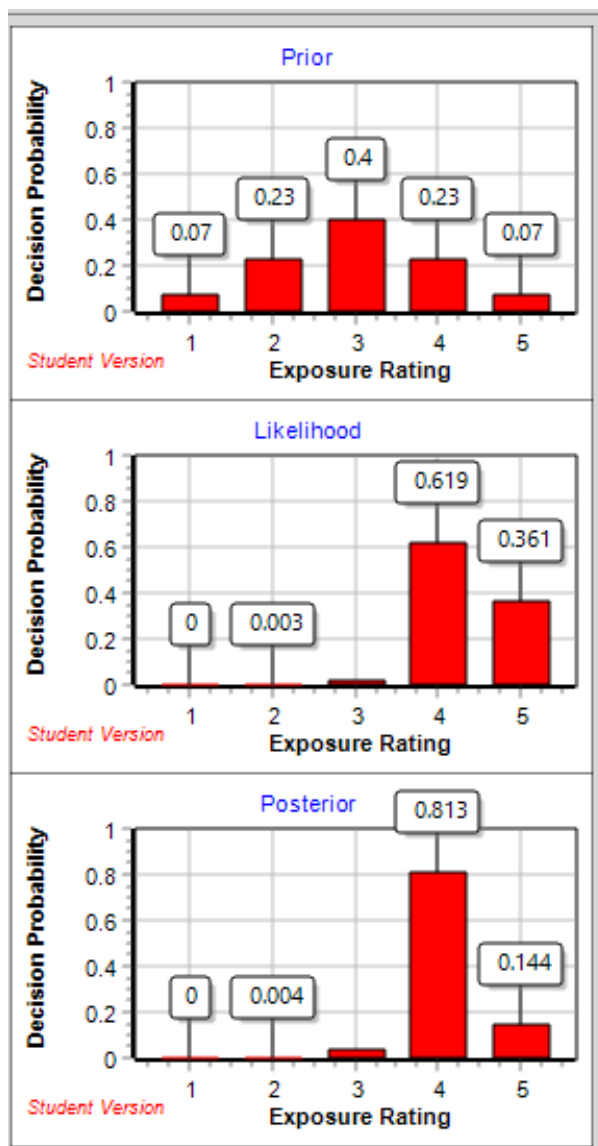
Professional judgment prior
Initial Rating = 3 - Controlled
Certainty Level = 3 - Low

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

	HC	WC	C	PC	UC
Prior	0.070	0.230	0.400	0.230	0.070
Likelihood	0.000	0.003	0.017	0.619	0.361
Posterior	0.000	0.004	0.039	0.813	0.144

	HC	WC	C	PC	UC
Cum Likelihood	0.000	0.003	0.020	0.639	1.000
Cum Posterior	0.000	0.004	0.042	0.856	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 17

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 1
Min = 579
Max = 579

Descriptive Statistics:

Compliance Statistics (lognormal):

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

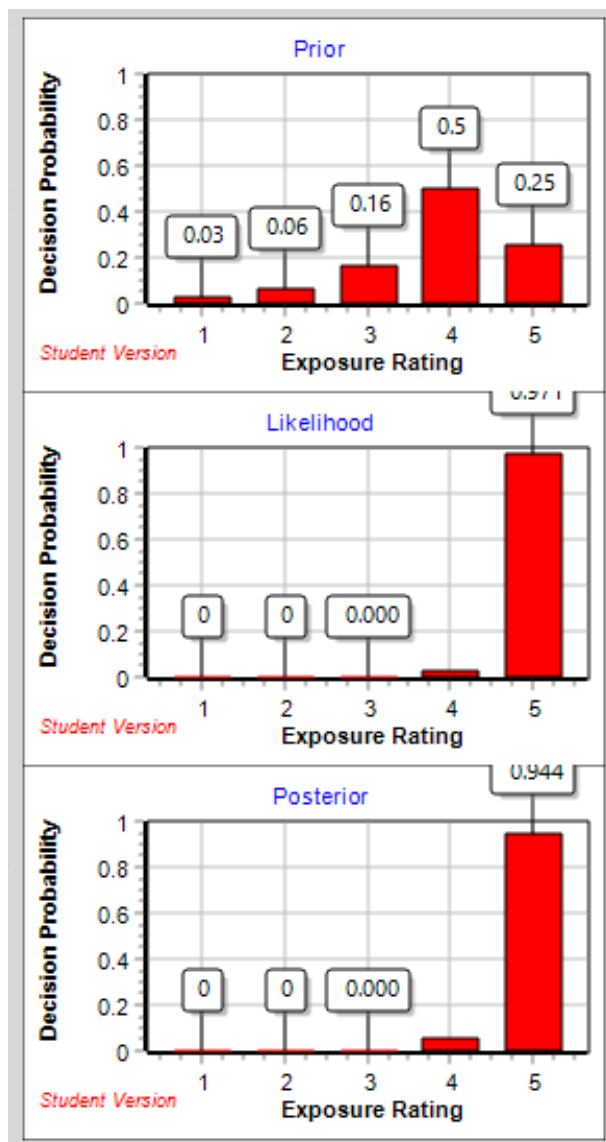
Certainly Level = 2 - Medium

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

	HC	WC	C	PC	UC
Prior	0.030	0.060	0.160	0.500	0.250
Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.029	0.971
Posterior	0.000	0.000	0.000	0.056	0.944

	HC	WC	C	PC	UC
Cum Likelihood	0.000	0.000	0.000	0.029	1.000
Cum Posterior	0.000	0.000	0.000	0.056	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4



GES 18

OEL = 100 %

Order Statistics:

N = 1
Min = 120
Max = 120

Descriptive Statistics:

Compliance Statistics (lognormal):

Bayesian Decision Charts:

Type of prior decision distribution:

Professional judgment prior

Initial Rating = 4 - Poorly-controlled

Certainly Level = 2 - Medium

Rating: HC WC C PC UC
Cutoff (%OEL): 10.0 50.0 100.0 500.0 >500.0

Prior	0.030	0.060	0.160	0.500	0.250
Likelihood	0.000	0.003	0.021	0.635	0.340
Posterior	0.000	0.001	0.008	0.782	0.209

Cum Likelihood	0.000	0.004	0.025	0.660	1.000
Cum Posterior	0.000	0.001	0.009	0.791	1.000

Parameter space: GMmin = 0.204476 GMmax = 2500
GSDmin = 1.05 GSDmax = 4

