

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTIMACIÓN DE LA PERCEPCIÓN SOBRE POSIBLES CAMBIOS
DE COMPORTAMIENTO PROVOCADOS POR CAMPOS
ELECTROMAGNETICOS Y RADIOFRECUENCIAS EN NIÑOS Y
ADOLESCENTES DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MATEMÁTICO**

MARGARITA ELIZABETH SÁNCHEZ GRANDA

m_79_sanchez@hotmail.com

DIRECTORA: Dra. SANDRA E. GUTIÉRREZ POMBOSA.

sandra.gutierrez@epn.edu.ec

Quito, Noviembre 2015

DECLARACIÓN

Yo, Margarita Elizabeth Sánchez Granda, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Margarita Elizabeth Sánchez Granda

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Margarita Elizabeth Sánchez Granda, bajo mi supervisión.



Dra. Sandra Gutiérrez Pombosa.

DIRECTORA

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, por todo su amor y dedicación por acompañarme en cada momento de mi vida y ser esa luz que ha sabido guiar cada día mi camino.

A mi esposo por su preocupación, cuidados y compañía en todos estos años.

A mis hijos por ser mis compañeros y brindarme una vida llena de alegrías y oportunidades.

A mi Tutor: Dra. Sandra Gutiérrez, por sus sabios consejos, tiempo, entrega y paciencia lo que permitió que culmine este proyecto.

A todos aquellos que olvido nombrar, pero que han contribuido para que logre alcanzar esta meta.

DEDICATORIA

A mi madre Mariana, a mi esposo Ramiro, y a mis hijos David y Benjamín por ser el motor que hace funcionar mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABLAS	iv
LISTA DE ANEXOS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii

1	INTRODUCCIÓN	7
1.1	ANTECEDENTES	7
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.3	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.3.1	OBJETIVOS GENERALES.....	15
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2	MARCO TEÓRICO.....	17
2.1	MUESTREO	17
2.1.1	MUESTREO MULTIETÁPICO	17
2.1.2	MUESTREO BIETÁPICO.....	18
2.2	FACTORES DE EXPANSIÓN	21
2.3	ESTIMACIÓN DEL ERROR ESTÁNDAR	22
2.4	MÉTODO DE BOOTSTRAP.....	25
2.4.1	NÚMERO DE MUESTRAS BOOTSTRAP	28
2.5	CURVAS ROC.....	29
2.6	COMPARACIÓN DE DOS MUESTRAS.....	30
2.6.1	METODOLOGÍA.....	30
2.6.2	ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN.....	33
2.6.3	ESTIMADORES DE APAREAMIENTO: PAREAMIENTO POR PUNTAJE DE PROPENSIÓN (PROPENSITY SCORE MATCHING).....	34
3	DISEÑO DE MUESTRA	38
3.1	POBLACIÓN (UNIVERSO) Y UNIDADES DE ANÁLISIS.....	38
3.2	MARCO MUESTRAL	38
3.3	DISEÑO DE MUESTRA	40
3.4	TAMAÑO DE MUESTRA.....	41
3.5	PESOS MUESTRALES	43
3.6	ENCUESTA A UTILIZAR.....	45
3.7	METODOLOGÍA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	49
3.7.1	DEFINICIONES.....	49
3.7.2	INSTRUCCIONES PARA REALIZAR EL TRABAJO EN TERRENO....	53
4	ANÁLISIS DE DATOS.....	55

4.1	CÁLCULO DEL PONDERADOR	55
4.2	CLASIFICACIÓN DE NIÑOS Y ADOLESCENTES DE 4 A 16 AÑOS SEGÚN SU PUNTUACIÓN DE DIFICULTADES	56
4.3	CÁLCULO DEL ERROR ESTÁNDAR MÉTODO DE BOOTSTRAP	68
4.4	COMPARACIÓN DE LAS DOS MUESTRAS	70
4.5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
	ANEXOS	79
	REFERENCIAS	115

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Evolución del comportamiento funcional de un individuo	11
Figura 2.1 - Descripción Diagrama del Método Bootstrap	27
Figura 2.2 Diagrama de Curva ROC	29
Figura 3.3.1 Mapa del Distrito Metropolitano de Quito por Administraciones Zonales.....	50
Figura 3.3.2 Manzana Inicial.....	51
Figura 3.3.3 Manzana Aledañas	52
Figura 3.3.4 Manzanas de Reemplazo.....	52
Figura 3.3.5 Grupo Cercano	54
Figura 3.3.6 Grupo Alejado.....	54
Figura 4.4.1 Curva ROC para instituciones en grupos cercanos	56
Figura 4.4.2 Curva ROC para instituciones en grupos alejados.....	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Tabla resumen de probabilidades de inclusión.....	23
Tabla 3.1 Número de personas y de educativas por administración Zonal	39
Tabla 3.2 Número de antenas por administración Zonal.....	39
Tabla 3.3 Número de estudiantes por administración Zonal	42
Tabla 3.4 Tamaño de muestra por zona censal (Administración Zonal).....	43
Tabla 3.5 Puntaje según las normas SDQ	48
Tabla 3.6 Puntaje para predecir posibles desordenes de comportamiento	49
Tabla 4.1 Ponderador para cada Institución según la zona a la que pertenece	55
Tabla 4.2 Área bajo la curva ROC	57
Tabla 4.3 Puntos de corte aplicando curva ROC.....	58
Tabla 4.4 Prueba ANOVA para comparar medias de Instituciones pertenecientes a grupos cercanos y alejados	59
Tabla 4.5 Resultados de clasificación utilizando análisis Discriminante en instituciones pertenecientes a grupos cercanos.....	59
Tabla 4.6 Resultados de clasificación utilizando análisis Discriminante en instituciones pertenecientes a grupos alejados.....	59
Tabla 4.7 Bisagras de Tukey para las variables Edad, Tiempo de uso tanto en instituciones pertenecientes a grupos cercanos y alejados.....	61
Tabla 4.8 Porcentaje de individuos que obtuvieron calificaciones de cero (falso) para cada frase en instituciones en grupos cercanos.....	63
Tabla 4.9 Porcentaje de individuos que obtuvieron calificaciones de cero (falso) para cada frase en instituciones en grupos alejados.....	66
Tabla 4.10 Riesgos relativos y Odds ratios para las variables Sexo; Rango de edad y Clasificación del tiempo en instituciones que pertenecen a grupos cercanos	67
Tabla 4.11 Riesgos relativos y Odds ratios para las variables Sexo; Rango de edad y Clasificación de tiempo en instituciones que pertenecen a grupos alejados	68
Tabla 4.12 Pruebas de normalidad tanto en instituciones que pertenecen a grupos cercanos como alejados	69

Tabla 4.13 Regresión con la variable binomial para el tratamiento (t-test)	71
Tabla 4.14 Regresión con la variable binomial para el tratamiento controlado por tiempo de uso.....	72
Tabla 4.15 Paramiento por puntaje de propensión	72
Tabla 4.16 Límite inferior del puntaje de propensión o propensity score para cada grupo	73
Tabla 4.17 ATE estimación con el método Vecino más cercano	73
Tabla 4.18 ATE estimación con el método Radio matching.....	73
Tabla 4.19 ATE estimación con el método Kernel Matching	74

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Tipos de Muestreo.....	80
Anexo B – Ubicación de Antenas celulares en el Distrito Metropolitano de Quito.....	93
Anexo C - Algoritmo para minimizar el número de antenas. Programa zpl	94
Anexo D – Construcción de los grupos cercanos y alejados	95
Anexo E – Selección de la muestra.	100
Anexo F – Encuesta SDQ para padre de 4 a 11 años.	105
Anexo G – Encuesta SDQ para niños de 4 a 11 años.	107
Anexo H – Encuesta SDQ para maestros de 4 a 11 años.	109
Anexo I –Método de Bootstrap para proporción de niños y adolescentes con problemas de conducta.....	111
Anexo J –Tabulación de la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes de 4 a 16 años.	112

RESUMEN

El presente proyecto tiene como propósito aceptar o rechazar la siguiente hipótesis “Las antenas celulares colocadas cerca de instituciones educativas junto a largas horas de exposición a televisión, internet, o aparatos que emitan señales electromagnéticas o de radiofrecuencia provocan cambios en el comportamiento de los niños y adolescentes de 4 a 16 años que viven en el distrito metropolitano de Quito, como por ejemplo variación en el sueño, irritabilidad, cansancio, disminución en su rendimiento, entre otras”.

Para esto se plantea realizar un diseño de muestra polietápico, estimar el error muestral utilizando el método de Bootstrap y compara las dos muestras por medio del método matching para determinar si las antenas junto a largas horas de uso de aparatos eléctricos influyen en el comportamiento de los niños y adolescentes.

Como resultado se puede asumir que el tiempo de uso de aparatos eléctricos no influye directamente en el comportamiento de los niños y adolescentes debido a que según la muestra tomada los tiempos de uso no es un factor de riesgo. Por otro lado las antenas cercanas incrementan en dos puntos el valor que obtienen los individuos en el cuestionario de fortalezas y debilidades SDQ, haciendo que su comportamiento sea más propenso a presentar problemas de conducta.

En conclusión la hipótesis no pudo ser aceptada.

Palabras clave: Muestreo polietápico, Método de Bootstrap y Método de Matching.

ABSTRACT

This project aims to accept or reject this hypothesis "the cellular antennas that are placed near educational institutions together with long hours of exposure to television, internet, or devices that emit electromagnetic or radio frequency signals cause behavioral issues in children and teenagers from 4 to 16 years old living in the metropolitan district of Quito. Some of these possible issues are: variation in sleep, irritability, fatigue, decreased of the performance, among others"

The methods used are: multistage sample design, sampling error estimate using the Bootstrap method and compare the two samples using the matching method to determine if the antennas attached to long hours of use electrical appliances influence the behavior of children and adolescents.

As a result it can be assumed that the time of use of electrical appliances does not directly influence the behavior of interviewed because the sample taken time use in children and adolescents is not a risk factor. Moreover nearby antennas increase the value of two points earned by individuals in the questionnaire SDQ strengths and weaknesses, so that their behavior is more likely to have behavioral problems.

In conclusion the hypothesis could not be accepted

Keywords: Multistage Sampling. Method Bootstrap. Method Matching.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Antes de iniciar con un breve resumen de la historia de la electricidad y el magnetismo se definirá a estas dos fuerzas:

Electricidad: Es una propiedad física que se debe a la separación o movimiento de los electrones que forman los átomos; esta propiedad es una forma de energía que produce efectos luminosos, mecánicos, calóricos, químicos, etc. [1]

Magnetismo: “Es un fenómeno físico por el cual los materiales ejercen fuerzas, ya sea de atracción o repulsión sobre otros; teniendo en cuenta la estructura del material y su configuración electrónica esta fuerza puede ser mayor o menor. [2]

En el universo las fuerzas de la electricidad y el magnetismo siempre han existido; así las primeras nociones de las estas fuerzas se registran en el antiguo Egipto en donde se menciona acerca de choques eléctricos entre peces los cuales eran conocidos como “Truenos en el Nilo”, más tarde las culturas del antiguo Mediterráneo sabían que si se frotaba ámbar contra el pelaje del gato podían atraer objetos ligeros como plumas; esto se conoció 600 AC con las escrituras dejadas por el griego y filósofo Tales de Mileto. [2]

Pero el primer tratado escrito sobre la electricidad fue 300 AC por el griego Theophrastus en donde menciona que si se frotran varias sustancias además del ámbar también existe atracción a otros objetos. [3]

En el lejano Oriente la piedra imán fue conocida desde la antigüedad y era utilizada como un instrumento de navegación por musulmanes en el siglo X. En

el siglo II AC se hablaba de astilleros que eran construido con clavos de madera a fin de protegerse de las islas magnetizadas. [2]

Hasta el año 1600 la electricidad solo era una curiosidad intelectual pero el inglés William Gilbert realizó incontables experimentos sobre la electricidad y el magnetismo logrando definir el término de fuerza eléctrica como el fenómeno de atracción que se producía al frotar ciertas sustancias llamando a este efecto como electricus (ámbar de ηλεκτρον o electrón). Adicional estudió la inclinación de la aguja magnética concluyendo que la tierra se comporta como un gran imán. Es considerado el padre de la electricidad y el magnetismo. [2] Con la aparición de la palabra electricus se dio origen al nombre “eléctrico y electricidad”.

En 1752 Benjamín Franklin luego de una amplia investigación conecto una llave de metal en el fondo de una cuerda de una cometa y haciéndola volar en medio de una tormenta de rayos logro probar que la naturaleza de los mismos era eléctrica. [3]

Hasta ese momento la electricidad era una fuerza externa y en 1791 Luigi Galvani quien por accidente aplico corriente eléctrica a las patas de unas ranas muertas y estas empezaron a temblar descubrió la bioelectricidad; en donde se demuestra que la electricidad es el medio por el cual las células nerviosas transmiten señales a los músculos. [2]

Pero el reconocimiento del electromagnetismo, se debe a Hans Christian Orsted y André-Marie Ampere quienes entre 1819 y 1820 quienes estudiaron la conexión existente entre los fenómenos eléctricos y magnéticos, al observar como una aguja colocada en las proximidades de un hilo conductor por el que circulaba corriente eléctrica se desviaba dependiendo de la dirección de la corriente.[3]

La sociedad ha crecido de manera exponencial durante los siglos 20 y 21, el uso de la radio, televisión y otros medios de comunicación ha sido crucial para el surgimiento de nuevas tecnologías. [4]

Así en 1960 fue inventado el microchip que es un circuito eléctrico de alta densidad y su crecimiento se ha convertido en el elemento central de esta era considerada de alta tecnología. Estas revoluciones permitieron que Apple y Microsoft iniciaran su viaje en el servicio de la sociedad con inventos revolucionarios en equipos y funcionamiento de sistemas. [2]

Con la condensación de la electrónica de alta velocidad en las computadoras, el desarrollo fue más allá donde la cibernética ha experimentado grandes cambios en cuanto a sistemas híbridos, donde las computadoras se comunican con las neuronas a través de la interfaz cerebro-computadora o neurona-chip.

Junto a la expansión de la electricidad algunas dudas sobre posibles efectos de la misma en la salud de los seres vivos han surgido así por ejemplo: en el siglo 19 en Suecia algunas personas comenzaron a reclamar sobre efectos adversos en la salud ya que la electrificación en este país fue introducida a una escala mayor. Lo que presentaban era electro-hipersensibilidad con deterioro funcional.[5]

Otro ejemplo acerca de las posibles consecuencias de la exposición a campos electromagnéticos fue expuesto en 1979 donde Nancy Wertheimer junto al físico Ed Denver estudiaron las posibles causas de la leucemia infantil en el área metropolitana, encontrando que los niños que presentaban esta enfermedad tenían más del doble de probabilidad de haber vivido en casas cerca de líneas de alta tensión donde los campos electromagnéticos eran más fuertes. [7]

El Dr. Milhan en su libro Evidencia histórica de que la electrificación causó la epidemia del siglo 20 “Enfermedades en la Civilización” hace referencia a estudios en EEUU en los cuales se muestran que existe una correlación

estadística entre la aparición de la mortalidad de la leucemia infantil (2-4 años) en la década de 1930 y la extensión de la electrificación residencial. Además se muestra que existe una tasa mayor de aparición de cáncer, enfermedades coronarias y diabetes en zonas urbanas en comparación con las rurales. Otro aspecto relevante son los picos de prevalencia al suicidio a un nivel del 30% más alto para las zonas urbanas electrificadas en comparación con las zonas rurales no electrificadas. En resumen este libro plantea una serie de hipótesis sobre la relación entre la electricidad y las enfermedades del estilo de vida. [6]

En la actualidad los trastornos psicológicos inducidos por los campos electromagnéticos pueden ser aún más difíciles de mostrar, pero en el estudio de Johansson [6] se mencionan cambios emocionales después de la exposición a la radiación como depresión, ansiedad y agotamiento para un grupo que fue expuesto a radiación electromagnética.

De manera similar en la investigación realizada por Thomas [7], se evidencia trastornos de sueño, cansancio, estrés, ansiedad y dificultades de concentración. Estos mismos efectos también se reportaron en el estudio realizado a un grupo de adolescentes Suecos. [8].

Los mecanismos observados por la reacción a la radiación se pueden resumir en un patrón de reacción donde la frecuencia de la radiación puede estar asociada con tipos de patologías, la siguiente grafica muestra lo expuesto y se obtuvo a partir de los estudios realizados por Engler (Respuesta a la inflamación aguda de la amígdala que controla el comportamiento cerebral e inmune), Kheifets (La sensibilidad de los niños a campos electromagnéticos), Leitgeb (Umbrales de excitación y la variabilidad inter-individual, Física de la Salud).[2]

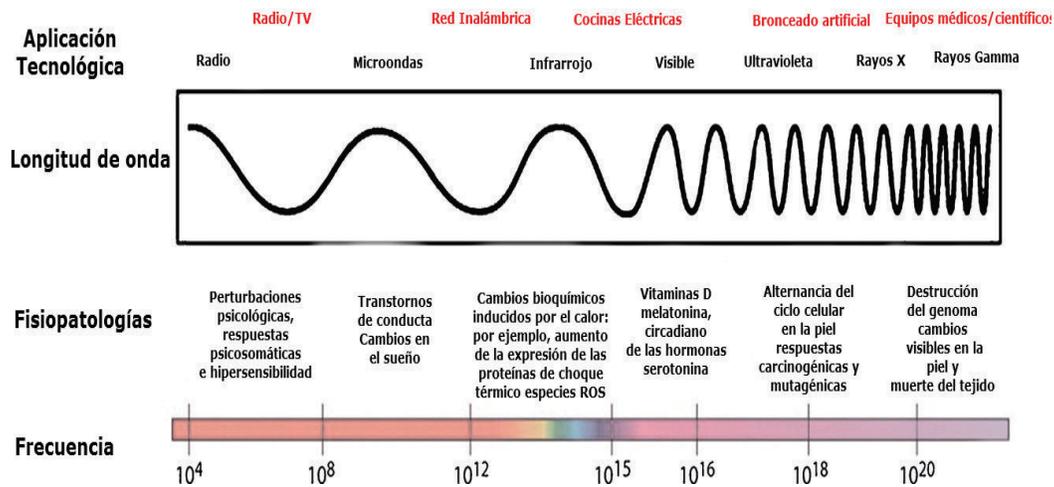


Figura 1.1 – Evolución del comportamiento funcional de un individuo
Fuente: Manzetti Sergio, Global electromagnetic toxicity and frequency-induced diseases
Elaborado por: Margarita Sánchez

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se ha mencionado hasta el momento la energía eléctrica se convirtió en el motor de nuestra sociedad, gracias a estas fuerzas nuestra vida se ha facilitado; pero a la vez existe una apreciación sobre algunas posibles enfermedades causadas por los campos electromagnéticos.

Ahora considerando estos antecedentes conjuntamente con el hecho de que en el Distrito Metropolitano de Quito hasta diciembre del año 2013 existía la ordenanza 213 en la cual se exigía una licencia ambiental para poder colocar una antena celular, pero esta ordenanza se ha modificado y en vez de una licencia se admite solamente una ficha ambiental con la cual las estaciones de base celular no necesitan un plan de manejo ni un estudio de impacto ambiental. Con esta reforma el número de antenas instaladas ha crecido y aunque la Organización Mundial de la Salud no ha logrado establecer si existen o no daños debido a la exposición a los campos electromagnéticos siempre sugiere se realicen estudios preliminares previos a la colocación de una antena celular.

Bajo los dos puntos expuestos anteriormente tanto de las consecuencias sobre la exposición a campos electromagnéticos así como el incremento de antenas celulares colocadas en nuestra ciudad ha nacido la necesidad de probar la siguiente hipótesis:

Las antenas celulares colocadas cerca de instituciones educativas junto a largas horas de exposición a televisión, internet, o aparatos que emitan señales electromagnéticas o de radiofrecuencia provocan cambios en el comportamiento de los niños y adolescentes de 4 a 16 años que viven en el Distrito Metropolitano de Quito, como por ejemplo variación en el sueño, irritabilidad, cansancio, disminución en su rendimiento, entre otras.

Este trabajo tiene como objetivo aceptar o rechazar la hipótesis planteada y para determinar los tipos de alteraciones provocadas por la exposición a estos campos electromagnéticos se utilizará el cuestionario llamado “Puntos fuertes y dificultades (SDQ strengths and difficulties questionnaire)” el cual es un instrumento de detección de problemas de comportamiento en niños y adolescentes. Esta herramienta plantea que dicha encuesta debe ser aplicada a niños de 11 a 16 años, y para los niños de 4 a 10 podrá ser aplicada a sus padres y/o profesores.

La encuesta SDQ consta de dos partes a mencionar:

1. 25 atributos psicológicos unos positivos y otros negativos divididos en 5 sub-escalas:
 - Síntomas emocionales.
 - Problemas conductuales.
 - Hiperactividad / problemas de atención.
 - Problemas relacionales con los padres.
 - Conducta prosocial.

2. Suplemento de impacto: En donde se explora si el entrevistado piensa que tiene un problema y si es así se le pregunta más sobre su cronicidad, el malestar, el perjuicio con el resto de personas.

Cada pregunta tiene un puntaje que permitirá determinar si existe o no problemas de comportamiento en los entrevistados.

Adicional existirá una batería de preguntas en donde se medirá la exposición y el tiempo que los niños y adolescentes se encuentran expuestos a otros aparatos que emitan señales electromagnéticas o de radiofrecuencia.

Una vez detallada la encuesta a realizar es importante pensar en el público objetivo el cual estará dividido en dos grupos: Los niños y adolescentes que estudian en instituciones educativas cercanas a una antena celular y aquellos que no están expuestos a las antenas celulares.

El primer punto que se debe definir es cuando considerar que una antena es cercana o no a una escuela, en el transcurso de este trabajo se revisará este tema.

Hasta este momento se tiene claro cuál es nuestro el público objetivo pero nace otra pregunta; ¿Se cuenta con el listado de las instituciones educativas cercanas a una antena celular y su complemento? y adicional ¿Se cuenta con el listado de todos los niños que pertenecen a esas instituciones educativas? El porqué de esta pregunta: Cuando se tiene un universo de trabajo en donde se desea aplicar un análisis estadístico, y se preguntará a todos los elementos de la población entonces se está realizando un censo. En muchos de los casos, la realización de un censo no es posible por ser muy costoso y extenso. En tales oportunidades se debe practicar un análisis muestral. La muestra es una parte seleccionada de la población que deberá ser representativa, es decir, reflejar adecuadamente las características que deseamos analizar en el conjunto en estudio.

Se pueden realizar diferentes tipos de muestreo, clasificados en probabilísticos y no probabilísticos. En el muestreo probabilístico, todos los individuos o elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra extraída, asegurándonos la representatividad de la misma. En el muestreo no probabilístico, por su parte, los elementos de la muestra se seleccionan siguiendo criterios determinados siempre procurando la representatividad de la muestra.

Para extraer una muestra se puede realizar por el método aleatorio simple el cual requiere una lista de todas las unidades de la población, de aquí el porqué de la pregunta de si se dispone o no de toda la lista de niños que estudian en instituciones educativas cercanas a una base celular.

En este caso no se dispone de una lista actualizada de las unidades de la población objetivo. Incluso si tal lista existiese, es probable que haya una necesidad de traslado a lugares lejanos, para investigar unas pocas unidades, dificultando su aplicación en costo y tiempo. Dadas estas observaciones es necesario recurrir a la implementación de muestras complejas, que incorporan en sus diseños una combinación de los distintos métodos aplicados en la teoría de muestreo y a su vez producen una reducción en el costo y aumenta la eficiencia estadística. Este trabajo adicional tiene como objetivo el realizar un diseño muestral probabilístico complejo que permita obtener datos representativos.

Más allá de la complejidad del diseño muestral, para que una encuesta sea útil es primordial que sea analizada e interpretada adecuadamente. De aquí la importancia de poder contar con una medida de precisión para cada estimador reportado, en otras palabras resulta imprescindible obtener una buena estimación de la varianza de los estimadores. [9] Dada la utilidad del muestreo en varias etapas es importante conocer los niveles de error dentro de los cuales se encuentran los estimadores obtenidos; pero la dificultad radica en la complicación del diseño con el cual fue realizada la encuesta.

La precisión de las estimaciones o concentración de las mismas alrededor del valor medio se mide por la desviación típica del estimador o error de muestreo.

Los errores de muestreo deben siempre estimarse con las fórmulas apropiadas a cada diseño muestral.

Dadas estas condiciones es imprescindible encontrar formas alternativas que permitan evaluar el error estándar y los intervalos de confianza. En el presente proyecto se estimará la precisión de la muestra tomando datos de forma aleatoria de un conjunto de datos, este método se denomina Bootstrap.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES

Determinar si existe la percepción de cambios de comportamiento en niños y adolescentes que estudien en instituciones educativas cercanas a antenas celulares y que a la vez estén expuestos a largas horas de internet, televisión o celular del Distrito Metropolitano de Quito.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diseño de muestra usando muestreo polietápico que nos permita estimar el número óptimo de encuestas que sea representativo.
- Aplicar la encuesta de Puntos Fuertes y Dificultades SDQ para lograr ver si existen o no cambios de comportamiento en niños y adolescentes.
- Analizar la información recolectada.
- Estimar el error muestral obtenido.

- Aceptar o rechazar la hipótesis de que existe la percepción de cambios comportamentales en niños y adolescentes que estudien en instituciones educativas cercanas a antenas celulares y que a la vez estén expuestos a largas horas de internet, televisión o celular del Distrito Metropolitano de Quito.

2 MARCO TEÓRICO

El objetivo de este capítulo es presentar algunos conceptos y criterios que le permitan al lector entender las bases matemáticas sobre las cuales este proyecto se va a desarrollar. En este capítulo se revisará el muestreo polietápico o multietápico; método de bootstrap; la encuesta SDQ; curvas ROC y comparación de muestras no paramétricas.

2.1 MUESTREO

Es un método científico en el cual se utiliza principios matemáticos y estadísticos para realizar diversas investigaciones en diferentes campos de la vida humana. [9]

El muestreo permite realizar el estudio de cierta característica de la población sin incurrir en tiempos largos y costosos como ocurriría si se realiza un censo en donde toda la población es entrevistada.

La muestra es una parte seleccionada de la población que deberá ser representativa, es decir, reflejar adecuadamente las características que deseamos analizar en el conjunto en estudio.

Las definiciones básicas de muestreo y los tipos de muestreo pueden ser revisados en el Anexo A.

2.1.1 MUESTREO MULTIETÁPICO

Utilizando los conceptos de William Cochran [9], Sharon Lohr [10] y Sarndall [11] se considerará las siguientes definiciones para este tipo de muestreo.

La combinación de dos o más tipos de muestreo como estratificado, por conglomerados, sistemático, aleatorio es un muestreo multietápico.

Este método presenta algunas ventajas sobre todo cuando es muy difícil contar con un marco muestral muy detallado de las unidades finales de selección.

Este tipo de muestreo consiste en tomar en una primera etapa n unidades llamadas unidades primarias de muestreo (PSU) y a continuación se debe las cuales serán llamadas unidades secundarias de muestreo (SSU) si continuamos obteniendo unidades muestrales de las anteriores entonces se tiene un muestreo polietápico.

En este tipo de muestreo es importante cuidar que la unidad secundaria pertenezca a una y solo una unidad primaria. De la misma forma cada unidad terciaria debe permanecer exclusivamente a una unidad secundaria y así sucesivamente para las demás unidades.

2.1.2 MUESTREO BIETÁPICO

Se tomó como referencia el libro de Sarndall. [11]

Sea la población $U = \{1, \dots, k, \dots, N\}$ compuesta por M subpoblaciones $U_i, i = 1, \dots, M$ llamadas unidades primarias. Cada unidad U_i se compone de N_i unidades secundarias, se tiene

$$\sum_{i=1}^M N_i = N$$

donde N es el tamaño de la población U .

De manera general, un plan bietápico se define de la siguiente manera:

Una muestra de unidades primarias es selecciona con un plan muestral $p_I(S_I)$, donde:

S_I representa la muestra aleatoria tal que $Pr(S_I = s_I) = p_I(s_I)$ y

$m =$ es el numero de unidades primarias seleccionadas S_I ,

Si una unidad primaria U_i se selecciona en la primera etapa; posteriormente se selecciona una muestra s_i de unidades secundarias con $p_i(s_i)$. S_i Representa la muestra aleatoria de unidades secundarias seleccionadas de manera que $Pr(S_i = s_i) = p_i(s_i)$ y $n_i =$ numero de unidades secundarias S_i .

La muestra aleatoria viene dada por

$$S = \bigcup_{i \in S_I} S_i$$

Sea y la variable a estudiar, el total se escribe

$$t = \sum_{k \in U} y_k = \sum_{i=1}^M \sum_{k \in U_i} y_k = \sum_{i=1}^M t_i$$

en donde y_k es el total calculado en la unidad primaria i

$$t_i = \sum_{k \in U_i} y_k \quad i = 1, \dots, M$$

Del mismo modo, la media calculada en la población se escribe

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{k \in U} y_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^M \sum_{k \in U_i} y_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^M N_i \bar{y}_i$$

en donde \bar{y}_i es la media calculada en la unidad primaria i

$$\bar{y}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{k \in U_i} y_k, \quad i = 1, \dots, M$$

$\sigma_{y_i}^2$ es la varianza en U_i

$$v(\bar{y}_i) = \frac{1}{N_i} \sum_{k \in U_i} (y_k - \bar{y}_i)^2$$

y S_{yi}^2 es la varianza corregida

$$S_{yi}^2 = \frac{N_i}{N_i - 1} \sigma_{yi}^2$$

La muestra aleatoria total está formada por

$$S = \bigcup_{i \in S_I} S_i$$

El tamaño de S es

$$n = \sum_{i \in S} n_i$$

El tamaño de la muestra s es generalmente aleatorio

Se puede definir

- π_{Ii} : La probabilidad de seleccionar la unidad primaria U_i
- π_{Iij} : La probabilidad de inclusión del segundo orden para dos unidades primarias U_i y U_j .

Estas probabilidades vienen del plan $p_I(s_I)$ al final se tiene:

$$\Delta_{Iij} = \begin{cases} \pi_{Iij} - \pi_{Ii}\pi_{Ij} & \text{si } i \neq j \\ \pi_{Ii}(1 - \pi_{Ii}) & \text{si } j = i \end{cases}$$

- $\pi_{k \setminus i}$, la probabilidad de seleccionar la unidad k dado que i ha sido seleccionada
- $\pi_{kl \setminus i}$, la probabilidad de seleccionar la unidad k y l dado que i ha sido seleccionada

$$\Delta_{kl|i} = \begin{cases} \pi_{kl|i} - \pi_{k|i}\pi_{l|i} & \text{si } k \neq l \\ \pi_{k|i}(1 - \pi_{k|i}) & \text{si } k = l \end{cases}, i = 1, \dots, M$$

La probabilidad de inclusión de la unidad es

$$\pi_k = \pi_{i}\pi_{k|i}, k \in U_i$$

Para las probabilidades de inclusión del segundo orden, hay que separar dos casos:

- Si dos unidades k y l están en la misma unidad primaria U_i ,

$$\pi_{kl} = \pi_{i}\pi_{kl|i}$$

Si dos unidades k y l están en dos unidades primarias distintas, U_i y U_j

$$\pi_{kl} = \pi_{i}\pi_{ij}\pi_{k|i}\pi_{l|j}$$

2.2 FACTORES DE EXPANSIÓN

El factor de expansión en una muestra, es la cifra que actuando como un multiplicador permite llevar los datos muestrales a la población, es decir expandir la muestra. Este factor se calcula en base a las probabilidades de selección de los elementos en la muestra, siendo el factor de expansión el inverso o recíproco de la probabilidad de selección de los elementos. [10]

El ajuste o calibración de los factores de expansión consiste en la creación de un componente extra en la fórmula de cálculo, para poder cuadrar la población estimada por medio de la encuesta con un dato o un parámetro conocido.

El uso de los factores de expansión permite asignar un peso a cada uno de los individuos de la muestra con la finalidad de corregir la distribución muestral, y aproximarse a la distribución real de las respuestas de la población objeto en

estudio captadas a través de los cuestionarios. De igual manera, los factores sirven para corregir la no respuesta.

Toda la información necesaria para construir las estimaciones puntuales se incluye en los pesos de muestreo, al calcular las estimaciones puntuales las probabilidades de selección de las unidades primarias, secundarias,..., entre otras, solo aparecen a través de los pesos.

Al realizar un muestreo con probabilidades diferentes, variamos deliberadamente las posibilidades de seleccionar distintas unidades primarias de muestreo en la muestra y compensamos este hecho al proporcionar pesos adecuados en la estimación, la clave está en que se conoce las probabilidades con las que seleccionamos una unidad dada.

El peso para una unidad de observación es siempre el recíproco de la probabilidad de que se elija la unidad de observación para la muestra.

En una muestra estratificada el peso de muestreo es: $w_{ij} = \frac{N_h}{n_h}$, se puede pensar como la cantidad de observaciones en la población representadas por la observación muestral y_{hj} .

En el caso de muestreo por conglomerados con probabilidades iguales el peso está dado por:

$$w_{ij} = \frac{NM_i}{nm_i}$$

$$w_{ij} = \frac{1}{\text{Prob. de que la unid. secundaria } j \text{ de la unid. primaria } i \text{ esté en la muestra}}$$

2.3 ESTIMACIÓN DEL ERROR ESTÁNDAR

Al utilizar los pesos se puede estimar algunos parámetros como: totales, medias, proporciones y usando esta técnica la estimación de la varianza es más compleja. Según Sarndal [11] en una muestra polietápica la varianza de

las medias y totales estimados se calcula en cada etapa y luego se cambian conforme se avanza en el diseño de la encuesta. Los ajustes por ausencia de respuesta también afectan a la varianza.

Para un muestreo en tres etapas la varianza estará dada por:

Primera etapa: una muestra S_I de PSU seleccionados desde U_I ($S_I \subset U_I$) acorde a un diseño $p_I(\bullet)$

Segunda etapa: $\forall i \in S_I$ una muestra S_{II_i} de SSU seleccionada desde U_{II_i} ($S_{II_i} \subset U_{II_i}$) acorde a un diseño $p_{II_i}(\bullet)$

Tercera etapa: $\forall q \in S_{II_i}$ una muestra $S_{III_{iq}}$ de TSU seleccionada desde $U_{III_{iq}}$ ($S_{III_{iq}} \subset U_{III_{iq}}$) acorde a un diseño $p_{III_{iq}}(\bullet)$

Los individuos observados son los $k \in S$ dónde:

$$S = \bigcup_{i \in S_I} \bigcup_{q \in S_{II_i}} S_{III_{iq}}$$

Para obtener el π – estimador del total poblacional t y su varianza necesitamos las probabilidades de inclusión de la tercera etapa.

Observación:

$i \wedge j$ denotan distintos PSU

$q \wedge r$ denotan distintos SSU

$k \wedge l$ denotan distintos TSU

Etapa	Diseño	1er Orden	2do Orden	
<i>I</i>	$p_I(\bullet)$	π_{I_i}	$\pi_{I_{ij}}$	$\Delta_{I_{ij}} = \pi_{I_{ij}} - \pi_{I_i} \pi_{I_j}$
<i>II</i>	$p_{II_i}(\bullet)$	$\pi_{II_{q/i}}$	$\pi_{II_{qr/i}}$	$\Delta_{II_{qr/i}} = \pi_{II_{qr/i}} - \pi_{II_{q/i}} \pi_{II_{r/i}}$
<i>III</i>	$p_{III_{iq}}(\bullet)$	$\pi_{III_{k/iq}}$	$\pi_{III_{kl/iq}}$	$\Delta_{III_{kl/iq}} = \pi_{III_{kl/iq}} - \pi_{III_{k/iq}} \pi_{III_{l/iq}}$

Tabla 2.1 Tabla resumen de probabilidades de inclusión

Fuente: Sarndal Model assisted survey sampling

Elaborado por: Margarita Sánchez

donde

$$\begin{aligned}\pi_{I_{ii}} &= \pi_{I_i} \\ \pi_{II_{qq}} &= \pi_{II_q} \\ \pi_{kk/iq} &= \pi_{k/iq}\end{aligned}$$

Notemos los términos para los estimadores

$$\begin{aligned}\check{\Delta}_{I_{ij}} &= \Delta_{I_{ij}} \pi_{I_{ii}} / \pi_{I_{ij}} \\ \check{\Delta}_{I_{qr/i}} &= \Delta_{II_{qr/i}} / \pi_{II_{qr/i}} \\ \check{\Delta}_{kl/iq} &= \Delta_{kl/iq} / \pi_{kl/iq}\end{aligned}$$

Para los totales:

$$\begin{aligned}t_{iq} &= \sum_{U_{iq}} y_k \\ t_i &= \sum_{II_i} t_{ik} \\ t &= \sum_{U_I} t_i\end{aligned}$$

Luego el π - estimador de $t = \sum_{U_I} t_i$ se construye subiendo la etapas

Para la etapa *III* de la *I*

$$\begin{aligned}\hat{t}_{iq}(\pi) &= \sum_{S_{iq}} y_k / \pi_{k/iq} \\ \hat{t}_i(\pi) &= \sum_{S_{II_i}} \hat{t}_{iq}(\pi) / \pi_{II_{q/i}} \\ \hat{t}(\pi) &= \sum_{S_I} \hat{t}_i(\pi) / \pi_{I_i}\end{aligned}$$

Para el estimador de la varianza se lo realizó en la segunda etapa, así:

Sea

$$\begin{aligned}V_{iq} &= \sum_{U_{iq}} \sum_{U_{iq}} \Delta_{kl/iq} \frac{y_k}{\pi_{k/iq}} * \frac{y_k}{\pi_{l/iq}} \text{ varianza de } \hat{t}_{iq}(\pi) \\ V_{II_i} &= \sum_{U_{II_i}} \sum_{U_{II_i}} \Delta_{II_{qr/i}} \frac{t_{iq}}{\pi_{II_{q/i}}} * \frac{t_{ir}}{\pi_{II_{r/i}}} \text{ varianza de } \sum_{S_{II_i}} t_{iq} / \pi_{II_{i/q}}\end{aligned}$$

Así, si $\hat{t}_i = \pi$ es el π - estimador con respecto a las dos últimas etapas, entonces:

$$V_i = y_{II_i} + \sum_{U_{ii}} V_{iq} / \pi_{II_{q/i}}$$

Luego se puede escribir la varianza del π - estimador de la población total t como:

$$V_{3st}(\hat{t}_{\pi}) = V_{PSU} + V_{SSU} + V_{TSU}$$

Donde

$$V_{PSU} = \sum_{U_I} \sum_{\Delta_{Iij}} \check{t}_i \check{t}_j \text{ con } \check{t}_i = t_i / \pi_{I_i}$$

$$V_{SSU} = \sum_{U_I} V_{II_i} / \pi_{I_i}$$

$$V_{TSU} = \sum_{U_I} \left(\sum_{U_{II_i}} V_{iq} / \pi_{II_{q/i}} \right) / \pi_{I_i}$$

Entonces:

$$\hat{V}_{3st}(\hat{t}_{\pi}) = \sum_{s_I} \sum_{\Delta_{Iij}} \check{\Delta}_{Iij} \frac{\check{t}_i(\pi)}{\pi_{I_i}} * \frac{\check{t}_j(\pi)}{\pi_{I_j}} + \sum_{s_I} \frac{\hat{V}_i}{\pi_{I_i}}$$

Donde \hat{V}_i se estructura como la varianza de dos etapas

$$\hat{V}_i = \sum_{s_{II}} \sum_{\Delta_{II_{qr/i}}} \check{\Delta}_{II_{qr/i}} \frac{\check{t}_{iq}(\pi)}{\pi_{II_{q/i}}} * \frac{\check{t}_{ir}(\pi)}{\pi_{II_{r/i}}} + \sum_{s_I} \frac{\hat{V}_{iq}}{\pi_{II_{q/i}}}$$

donde a su vez

$$\hat{V}_{iq} = \sum_{s_{iq}} \sum_{\Delta_{kl/iq}} \check{\Delta}_{kl/iq} \frac{y_k}{\pi_{k/iq}} * \frac{y_l}{\pi_{l/iq}}$$

2.4 MÉTODO DE BOOTSTRAP

Para esta parte del proyecto se utilizará como referencia el libro "An Introduction to the Bootstrap". [12].

El método de Bootstrap fue formalizado por Efron en 1979, su nombre alude a la imagen de alguien intentando salir del barro tirando del cordón de sus propios zapatos.

Esta técnica originalmente fue diseñada para su uso con observaciones independientes y es una forma de hacer inferencia de los datos originales mediante el uso de una gran cantidad de métodos, los cuales son llamados procedimientos de re-muestreo.

Supongamos que una muestra es extraída de la población con un diseño muestral arbitrario con reposición. El parámetro de la población θ es estimado por $\hat{\theta}$ y buscamos estimar su varianza $V(\hat{\theta})$

Usando los datos de la muestra se construye con ellos una imitación de la población, asumiendo que se desconoce la población.

Se extrae una serie de muestras independientes llamadas muestras bootstrap de la población artificial construida, por un diseño idéntico con el cual se obtuvieron los datos de la muestra. Independencia implica que cada muestra bootstrap puede ser reemplazada dentro del universo construido antes de la siguiente extracción.

Para cada muestra bootstrap se calcula el estimador $\hat{\theta}_a^*$ ($a = 1, \dots, B$) en la misma forma como $\hat{\theta}$ fue calculado

La distribución de $\hat{\theta}_1^*, \hat{\theta}_2^*, \dots, \hat{\theta}_B^*$ es considerada un estimador de las distribuciones muestrales del estimador $\hat{\theta}$ y la varianza del estimador $V(\hat{\theta})$ está dada por:

$$\hat{V}_B = \frac{1}{B-1} \sum_{a=1}^B (\hat{\theta}_a^* - \theta^*)^2$$

donde

$$\theta^* = \frac{1}{B} \sum_{a=1}^B \hat{\theta}_{1-a}^*$$

Esquemáticamente el método de Bootstrap se vería como sigue:

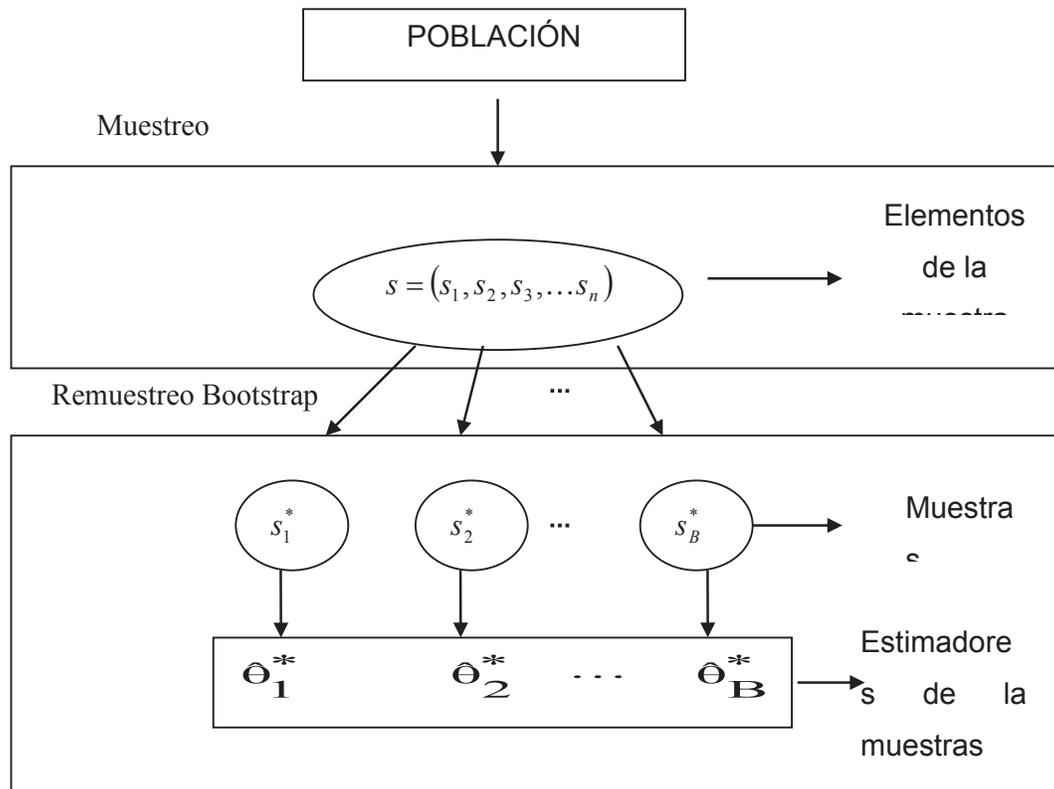


Figura 2.1 - Descripción Diagrama del Método Bootstrap

Fuente: Bradley Efron, Introducción al método de Bootstrap

Elaborado por: Margarita Sánchez

Este método, tiene la ventaja sobre los métodos paramétricos de que no depende de ningún supuesto acerca de la distribución estadística asociada a los datos; cuando no existen dudas acerca de la distribución subyacente, los métodos paramétricos son la mejor opción. Sin embargo, en situaciones de incertidumbre sobre la distribución de un parámetro, los métodos Bootstrap proporcionan estimadores más robustos. También pueden ser útiles en situaciones en que se conoce el modelo del error pero el parámetro a estimar

implica procesos complejos y el cálculo analítico de su error no es sencillo. Por otra parte, las principales desventajas de los métodos Bootstrap son: la necesidad de desarrollar programas de ordenador adecuados a las circunstancias particulares de cada caso y el tiempo que se emplea en los cálculos, que depende de la complejidad del problema y del número de réplicas.

Debido a que el único supuesto en los métodos Bootstrap es que la distribución de la muestra conserva las propiedades estadísticas de la distribución de la población, el Bootstrap fallará cuando la distribución muestral no sea representativa de la distribución poblacional; esta última característica no hace que el método sea inferior a otros ya que no hay ninguno suficientemente robusto para este tipo de problema.

2.4.1 NÚMERO DE MUESTRAS BOOTSTRAP

Efron y Tibshirani [12] dan dos reglas básicas para determinar el tamaño de las muestras bootstrap B .

1. Para estimar el error estándar de un estadístico $\hat{\theta}$ son suficientes $B = 50$ muestras Bootstrap.
2. En contadas ocasiones $B > 200$ son suficientes.

En resumen la técnica Bootstrap nos ofrece la posibilidad de evaluar la incertidumbre asociada a un estimador mediante el cálculo automático de su error estándar, sus intervalos de confianza, su sesgo y su distribución de frecuencias.

2.5 CURVAS ROC

Las siglas se encuentran en inglés “Receiver Operating Characteristic Curve” que traducido significa “Curva Característica Operativa del Receptor) y es una representación gráfica que estudia el comportamiento de una función de clasificación entre grupos. [13]

La curva ROC se puede representar en términos de sensibilidad (eje de las ordenadas) y especificidad (eje de las abscisas). La sensibilidad representa la proporción de aciertos positivos y la especificidad de la proporción de falsos positivos. El valor del área bajo la curva puede ir de 0 a 1; mientras más se aproxime a 1 tendríamos una curva perfecta ya que se obtiene 100% de aciertos positivos y 0% de aciertos negativos. En cambio se considera que una curva no es buena si el valor es menor a 0,5 o se acerca a 0 debido a que los aciertos positivos disminuirían y los falsos positivos crecerían. Para considerar adecuada una curva ROC esta debe tener un área mayor a 0,5.

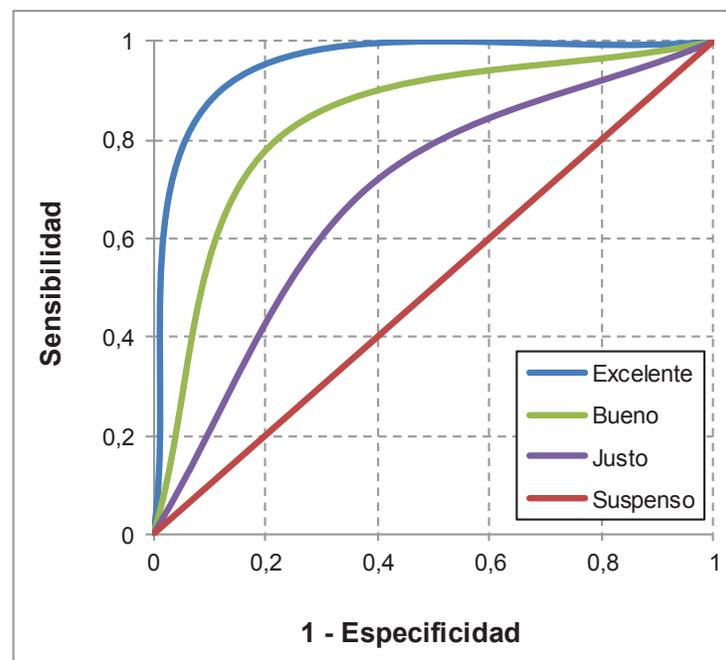


Figura 2.2 Diagrama de Curva ROC

Fuente: Castillo Luis Cabay. Tesis Comparación de distribuciones estadísticas para tiempos de espera en Neurobiología

Elaborado por: Margarita Sánchez

2.6 COMPARACIÓN DE DOS MUESTRAS

Cuando se necesita comparar dos grupos uno sometido a un tratamiento o programa (grupo con tratamiento) y otro grupo que no será sometido al tratamiento o al programa (grupo control). [14]

En el caso de que los individuos sean exactamente iguales en todo, excepto en el tratamiento entonces la variación que exista puede ser atribuida por completo al efecto del tratamiento. Pero si existe diferencia entre los individuos entonces la diferencia que exista entre el antes y después del tratamiento puede deberse a estas características diferentes de los individuos. Lo importante entonces es comparar a individuos que sean comparables es decir lo más homogéneos que sea posible en promedio. Este punto se convierte en algo casi imposible ya que por lo general existen diferencias observables e inobservables.

Determinar la relación causal es una cuestión crítica para poder predecir sobre las consecuencias de cambios en las variables relevantes y resulta informativo para determinar que podría ocurrir en situaciones alternativas.

Determinar un diseño de experimento ideal para captar la relación entre el efecto causal y el efecto cuantitativo del tratamiento resulta por lo general solo hipotético y la implementación de la estimación de efectos causales debe realizarse con pseudo o cuasi experimentos utilizando técnicas estadísticas que permitan controlar las diferencias entre individuos o unidades de observación.

2.6.1 METODOLOGÍA

Sea D un indicador de tratamiento o de participación en un programa

$$D = \begin{cases} 1 & \text{implica tratamiento} \\ 0 & \text{no tiene tratamiento} \end{cases}$$

La variable de resultado o de interés para un individuo es Y_i (por ejemplo para nuestro estudio puntaje obtenido en la encuesta SDQ).

Por un momento imagine que se puede identificar que le hubiera ocurrido a un individuo con y sin tratamiento.

Se denotará a Y_{1i} y Y_{0i} como las variables resultado para el mismo individuo con y sin tratamiento.

La diferencia entre $Y_{1i} - Y_{0i} = \Delta$ mide el efecto del tratamiento.

La principal dificultad de medir el efecto del tratamiento nace en que es casi imposible medir los resultados sobre el mismo individuo a menos de que se trate de un experimento. Es decir, esta medición del efecto causal del tratamiento sobre el individuo i -ésimo, es teórica y no puede ser observada.

Entonces en estos casos es necesario utilizar métodos no experimentales para estimar los efectos del tratamiento.

El resultado observado para un individuo se puede expresar en términos del efecto del tratamiento utilizando la variable dicotómica indicador D_i :

$$Y_i = Y_o + (Y_{1i} - Y_{0i})D_i \quad [2.6.1]$$

Como resulta imposible observar para un mismo individuo los dos estados, entonces existirá una distribución para $Y_{1i}; Y_{0i}$ en la población y adicional que los efectos del tratamiento para cada individuo es diferente.

Entonces se debe realizar la inferencia a partir de los individuos tratados y no tratados.

Si se utiliza una simple diferencia de medias esta puede ser informativa pero no es relevante para lo que se necesita.

Se puede expresar la diferencia observada de medias condicionales al tratamiento como:

$$E[Y_i|D_i = 1] - E[Y_i|D_i = 0] = E[Y_{1i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 0]$$

Sumando y restando del lado derecho $E[Y_{0i}|D_i = 1]$ se obtiene:

$$\begin{aligned} E[Y_i|D_i = 1] - E[Y_i|D_i = 0] &= \{E[Y_{1i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 1]\} \\ &+ \{E[Y_{0i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 0]\} \end{aligned}$$

Esta expresión indica que la diferencia de promedios observada (Average Treatment Effect – ATE) está compuesta por dos términos (los términos entre llaves) donde:

$\{E[Y_{1i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 1]\}$ Es el efecto tratamiento sobre los tratados (Average Treatment Effect on Treated – ATT) y es el efecto que se está intentando aislar. Captura las diferencias en promedio entre los tratados y que hubiera pasado si no se trataban.

$\{E[Y_{0i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 0]\}$ Es el sesgo de selección. Este sesgo implica que adicional al efecto del tratamiento pueden existir diferencias entre los participantes y no participantes que afecten la variación del indicador resultado.

Entonces, la simple diferencia de medias entre tratados y no tratados, implica un estimador sesgado del efecto tratamiento. Este sesgo resulta en una estimación incorrecta que puede llevar a sub-estimar o sobre-estimar el efecto tratamiento. Las técnicas estadísticas tienen como objetivo controlar o aislar este sesgo.

Un estimador simple de diferencias de medias es correcto sólo si el sesgo es igual a cero. Sin embargo, en general los participantes y no participantes

suelen diferir en dos dimensiones. En principio suelen tener características individuales diferentes (ejemplo: edad, género, nivel socioeconómico) que afectan por un lado al indicador del resultado y también la probabilidad de participar en un tratamiento o de adoptar una tecnología, creándose de esta manera un sesgo en los resultado y quizá sobre o sub evaluando el verdadero efecto del tratamiento.

Este sesgo desaparece si el tratamiento se asigna de manera aleatoria entonces D_i es independiente no se correlaciona con Y_{0i} .

Formalmente partimos de la diferencia de medias entre tratados y no tratados:

$$E[Y_i|D_i = 1] - E[Y_i|D_i = 0] = E[Y_{1i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 0]$$

Si existe independencia entre D_i e Y_{0i} es posible hacer el siguiente reemplazo:

$$E[Y_{1i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 0] = E[Y_{1i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 1]$$

Entonces:

$$E[Y_{1i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 1] = E[Y_{1i} - Y_{0i}|D_i = 1] = E[Y_{1i} - Y_{0i}]$$

Lo que implica que el sesgo desaparece.

2.6.2 ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN.

El análisis de regresión es una herramienta útil para el estudio de los efectos del tratamiento. Si se supone que el efecto es igual para todos los individuos:

$$(Y_{1i} - Y_{0i}) = \beta \text{ donde } \beta \text{ es una constante}$$

Se puede escribir la ecuación [2.6.1] $Y_i = Y_0 + (Y_{1i} - Y_{0i})D_i$ como:

$$Y_i = E(Y_{0i}) + (Y_{1i} - Y_{0i})D_i + Y_{0i} - E(Y_{0i})$$

$$Y_i = \alpha + \beta D_i + \mu_i \text{ [2.6.3]}$$

Donde μ_i es la parte aleatoria de Y_{0i}

Si evaluamos esta ecuación con efectos de tratamiento ($D=1$) y sin ($D=0$) y restando estas dos ecuaciones

$$\begin{aligned} E(Y_i|D_i = 1) &= \alpha + \beta + E(\mu_i|D_i = 1) \\ -E(Y_i|D_i = 0) &= \alpha + 0 + E(\mu_i|D_i = 0) \\ &= \beta + E(\mu_i|D_i = 1) - E(\mu_i|D_i = 0) \\ &\quad \text{ATT} + \text{Sesgo} \end{aligned}$$

Esto implica que el sesgo de selección refleja la correlación en el término de error μ_i y el regresor D_i .

Dado que

$$E(\mu_i|D_i = 1) - E(\mu_i|D_i = 0) = E(Y_{0i}|D_i = 1) - E(Y_{0i}|D_i = 0)$$

La correlación mencionada refleja la diferencia entre la realización potencial (sin tratamiento) entre aquellos que fueron tratados y los que no lo fueron.

2.6.3 ESTIMADORES DE APAREAMIENTO: PAREAMIENTO POR PUNTAJE DE PROPENSIÓN (PROBENSITY SCORE MATCHING).

Un método no experimental que resulta conveniente y conceptualmente interesante es utilizar el "Pareamiento por puntaje de propensión (propensity score) para seleccionar un grupo de comparación de una muestra de no participantes, y luego comparar los resultados en las variables de interés entre participantes y no participantes que tengan similares características observables.

Sea $p(X)$ el puntaje de propensión donde:

$$p(X) = Prob(D = 1|X)$$

La probabilidad de participar condicional al conjunto de variables X .

Es decir, se tiene que calcular la probabilidad de recibir el tratamiento (o adoptar una tecnología) dado el conjunto de variables X . Desde el punto de vista operativo, se utiliza una función flexible Logit o Probit para estimar $p(X)$ y se incluye esta probabilidad como una variable adicional en un análisis de regresión.

Si el valor del puntaje de propensión es el mismo tanto para los individuos que pertenecen al grupo con tratamiento como para los del grupo control entonces las variables se encuentran en equilibrio y por lo tanto tienen la misma distribución.

La confiabilidad del “Pareamiento por puntaje de propensión”, así como de otros métodos no experimentales, se basa en el supuesto de que el tratamiento depende de un conjunto de covariables que el investigador observa, y no de variables no observables que determinan (Y_1, Y_0) .

Dado que la variable puntaje de propensión es una variable continua en algunas ocasiones es complicado y a veces imposible encontrar dos observaciones con el mismo valor, por esta razón existen varios métodos matching que varían unos de otros por la forma en que emparejan los datos.[15]

Entre los más habituales se tiene:

1. *El vecino más cercano matching*: para cada observación, se busca otra en el grupo de control con el puntaje de propensión más cercano, la distancia utilizada es la euclidiana. [15]

2. Kernel *matching*: el emparejamiento de las observaciones del grupo se realiza con una media ponderada de todas las observaciones del grupo de comparación, siendo las ponderaciones inversamente proporcionales a la distancia entre los puntaje de propensión de tratados y no tratados. [15]

$$\hat{y}_i = \frac{\sum_{j \in \{D=0\}} K\left(\frac{p_i - p_j}{h}\right) y_j}{\sum_{j \in \{D=0\}} K\left(\frac{p_i - p_j}{h}\right)}$$

Cada resultado del grupo de comparación, y_j se pondera por:

$$w_{ij} = \frac{K\left(\frac{p_i - p_j}{h}\right)}{\sum_{j \in \{D=0\}} K\left(\frac{p_i - p_j}{h}\right)}$$

donde:

p_i es el puntaje de propensión de las observaciones del grupo con tratamiento.

p_i es el puntaje de propensión de las observaciones del grupo control

h es la longitud del intervalo que se elija (cuando menor sea, más cercanía se exige a los emparejamientos).

K es la función de Kernel, que puede ser Gaussiana (utiliza todas las observaciones del grupo de comparación) o de Epanechnikov (utiliza las observaciones que se encuentran en un determinado intervalo).

La distancia entre las observaciones que se utiliza es una distancia euclidiana. Una alternativa es utilizar la métrica de Mahalanobis la

cual parece obtener mejores resultados en términos de reducción del sesgo.

3. Estratificación matching: compara los resultados por medio de bloque de intervalos. [15]

Matching con soporte común: Restringe el emparejamiento sobre un bloque común en los puntajes de propensión. [17]

3 DISEÑO DE MUESTRA

3.1 POBLACIÓN (UNIVERSO) Y UNIDADES DE ANÁLISIS

La población en estudio serán las instituciones educativas que se encuentren en el Distrito Metropolitano de Quito que tengan instaladas al menos una antena celular cercana (500 m de distancia a la institución educativa [16]). Las unidades de análisis serán los niños y adolescentes de 4 a 16 años que estudian en dichas instituciones. Adicional con el mismo criterio se elegirán a las instituciones con antenas alejadas (distancia mayor a 500m y menor 1000m entre el grupo antena y la institución educativa [16]) y a los niños y adolescentes de 4 a 16 años que estudian en estas instituciones.

3.2 MARCO MUESTRAL

El marco muestral ha sido construido a partir del mapa “Ubicación de Antenas celulares en el Distrito Metropolitano de Quito” perteneciente al Ministerio del Medio Ambiente [Ver Anexo B], en este mapa se puede ver una división por administraciones zonales para fines de cobertura se tomará esta división pero no para análisis por separado.

Para definir las Administraciones zonales que serán utilizadas como parte de muestreo se utilizaran dos criterios para definir: el número de instituciones educativas y de antenas pertenecientes a cada una de ellas.

Administración Zonal	Población	%Población	Instituciones Educativas	% Escuela
Calderón	137605	6%	39	5%
Centro	227124	10%	116	14%
Chillos	152170	7%	41	5%
Eloy Alfaro	459532	20%	147	18%
La Delicia	351133	15%	127	16%
Norte	411626	18%	239	29%
Quitumbe	291439	13%	43	5%
Tumbaco	234917	11%	59	11%
TOTAL	2265546		811	

Tabla 3.1 Número de personas y de educativas por administración Zonal

Fuente: Plan de desarrollo Municipio del Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado: Margarita Sánchez

Administración Zonal	Número de antenas	% Número de antenas
Calderón	10	3%
Centro	44	12%
Chillos	19	5%
Eloy Alfaro	61	17%
La Delicia	39	11%
Norte	165	45%
Quitumbe	17	5%
Tumbaco	12	3%
TOTAL	367	100%

Tabla 3.2 Número de antenas por administración Zonal

Fuente: Mapa de ubicación de Antenas Celulares en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado: Margarita Sánchez

En la zona censal Norte se tiene el 29% de instituciones educativas y el 45% de antenas lo que hace por cobertura que esta zona sea elegida; La zona censal Centro se tiene 14% de instituciones educativas y el 12% de antenas; finalmente la zona censal Eloy Alfaro presenta el 18% de instituciones educativas y el 17% de antenas. Con estas tres zonas censales se tienen representado al 61% de instituciones educativas y al 74% de antenas en el Distrito Metropolitano de Quito.

3.3 DISEÑO DE MUESTRA

La población a estudiar queda definida para las zonas censales Norte, Centro y Eloy Alfaro.

Los límites de cada zona censal son: [16]

Zona Censal Norte

- Incluye a las parroquias: Concepción, Cochapamba, Kennedy, El Inca, Jipijapa, Belisario Quevedo, Rumipamba, Iñaquito, Mariscal Sucre, Nayón, Zámiza

Zona Censal Centro

- Norte: avenidas Universitaria, Pérez Guerrero, Patria y Ladrón de Guevara.
- Sur.- Las calles: Los Libertadores, Ferusola, Necochea, María de La Torre, El Cena, Pedro Pinto Guzmán y la quebrada El Conejo.
- Este.- Parte de la Av. Simón Bolívar o Nueva Av. Oriental
- Oeste.- Las laderas del Pichincha

Zona Censal Eloy Alfaro

- Norte.- El Sena y calle Miller.
- Sur.- Av. Morán Valverde.
- Este.- El canal Pita Tambo (av. Simón Bolívar)

- Oeste.- Mindo.

En estas zonas censales se realiza un trabajo preliminar debido a que existen antenas cuya distancia es menor a 500 metros entre ellas, lo que hace posible su agrupación por medio de conglomerados. Cada conglomerado será considerado como una antena a la cual se llamará “grupo antena” y si una antena no se agrupa a ningún conglomerado será una unidad de análisis independiente.

Para revisar estos cálculos el lector puede referirse al Anexo C.

La técnica de muestreo seleccionada es el muestreo estratificado, donde cada estrato es una zona censal elegida pero solamente para fines de levantamiento de campo ya que no se presentarán resultados por separado. Dentro de cada estrato o zona censal se realizará un muestreo en tres etapas.

- Primero se seleccionan un grupo de antenas. [17]
- Se elige una escuela en los grupos cercanos y una en los grupos alejado por medio de un muestreo aleatorio simple.
- Dentro de cada escuela se seleccionara un grado completo por medio de un muestro aleatorio simple. En el caso de que los niños sean menores a 11 años la encuesta será aplicada a sus padres. En caso de rechazo se aplicará a su maestro.

3.4 TAMAÑO DE MUESTRA.

Utilizando el tamaño de la población de niños de 4 a 16 años que estudian según las administraciones zonales que fueron elegidas. [18]

Administración Zonal	Total Alumnos	Número Escuela	
Centro	582682	144	18%
Eloy Alfaro	311032	261	56%
Norte	1097206	281	26%
TOTAL	1990920	686	

Tabla 3.3 Número de estudiantes por administración Zonal

Fuente: Ministerio de Educación Archivo Maestro de Instituciones Educativas AMIE

Elaborado: Margarita Sánchez

Aplicando la fórmula:

$$n = \frac{Nz^2p(1-p)}{(N-1)e^2 + z^2p(1-p)}$$

donde:

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población (número total de alumnos que estudian en las administraciones zonales elegidas)

z = Intervalo de confianza.

p = proporción verdadera.

e = error de muestreo aceptable

El tamaño muestral con un error del 5% y un intervalo de confianza del 95% es de:

$$n = 384$$

Este número será distribuido de manera desproporcionada dentro de cada zona censal según el número de antenas. Esta desproporción solo será utilizada para facilitar el trabajo de campo ya que los datos serán tratados a total. Adicionalmente se asumirá que un paralelo aproximadamente tiene 30 alumnos, considerando la experiencia obtenida en todos los años de trabajar en una investigadora de mercado.

En cada zona se elige:

Administración Zonal	% Estudiantes	Muestra a elegir	Número de alumnos promedio por grado	Antenas a elegir	Instituciones Educativas cercanas	Instituciones Educativas alejadas
Centro	29%	112	30	3	3	3
Eloy Alfaro	16%	60	30	3	3	3
Norte	55%	212	30	8	8	8
TOTAL	100%	384	30	14	14	14

Tabla 3.4 Tamaño de muestra por zona censal (Administración Zonal)
Elaborado: Margarita Sánchez

3.5 PESOS MUESTRALES

Como ya se vió en el capítulo 2 los pesos se utilizan para trabajar con los efectos de la estratificación y la formación de conglomerados sobre las estimaciones puntuales.

El peso del muestreo para una unidad de observación es siempre el recíproco de la probabilidad de que sea elegida.

La nomenclatura que se usara será la misma para instituciones educativas cercanas y alejadas considerando que son dos grupos similares en su forma de selección.

Nomenclatura a utilizarse:

H = Número de estratos (Zonas Censales)

h = h-ésimo estrato perteneciente a cada estrato

N = Total de niños y adolescentes pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito

N_h = Número total de alumnos en el estrato h

N_j = Número fijo de antenas seleccionadas del h-ésimo estrato

M_h = Número total de instituciones del estrato h

m_j = Número de instituciones educativas elegidas en el h-ésimo estrato

$m_{(c)}$ = Número total de instituciones educativas cercanas en h-ésimo estrato

$m_{(a)}$ = Número total de instituciones educativas alejadas en el h-ésimo estrato.

P_j = Total de niños y adolescentes en la j-ésima escuela elegida.

X_{ijk} = Número total de niños elegidos en la j-ésima escuela de la k-ésima antena del h-ésimo estrato.

w_{ijk} = El peso para el muestreo en tres etapas dentro de cada estrato.

w_h = El peso asociado a cada estrato.

w_i = El peso asociado a la unidad primaria antenas.

$w_{j/i}$ = El peso asociado a la unidad secundaria instituciones educativas.

$w_{k/i,j}$ = El peso asociado a la unidad terciaria del muestreo los paralelos.

π_i = Probabilidad de seleccionar una antena.

$\pi_{j/i}$ = Probabilidad de seleccionar una escuela dado que se seleccionó una antena.

$\pi_{k/i,j}$ = Probabilidad de seleccionar un grado dado que se seleccionó la j-ésima escuela de la i-ésima antena.

$$\pi_i = \frac{M_h}{N_h}$$

$\pi_{j/i} = \frac{P_j}{m_c}$ para escuelas que se encuentran en grupos cercano

$\pi_{j/i} = \frac{P_j}{m_a}$ para escuelas que se encuentran en grupos alejado

$$\pi_{k/i,j} = \frac{X_{ijk}}{P_j}$$

$$\pi_{ijk} = \frac{M_h}{N_h} * \frac{P_j}{m_c} * \frac{X_{ijk}}{P_j}$$

$$\pi_{ijk} = \frac{M_h}{N_h} * \frac{X_{ijk}}{m_c}$$

En este caso la fórmula para el peso de la muestra para en tres etapas es:

$$w_{ijk} = w_i * w_{j/i} * w_{k/i,j}$$

$$w_{ijk}(\text{con presencia de antenas}) = \frac{N_h * m_c}{M_h * X_{ijk}} \quad (3.1.5)$$

$$w_{ijk}(\text{sin presencia de antenas}) = \frac{N_h * m_a}{M_h * X_{ijk}} \quad (3.1.5)$$

3.6 ENCUESTA A UTILIZAR

Como se mencionó en el Capítulo 1 de este proyecto, la encuesta que se utilizará es el cuestionario de fortalezas y debilidades cuyas iniciales en inglés

son SDQ [19]. El SDQ es un instrumento de detección de problemas de comportamiento en niños/as de 4 a 16 años. Tiene tres versiones: (1) una para padres y madres, (2) para profesores/as, y (3) otra para los propios niños/as.

Cada versión incluye entre uno y dos de los siguientes componentes:

1. 25 atributos psicológicos unos positivos y otros negativos divididos en 5 sub-escalas:

- Síntomas emocionales.
- Problemas conductuales.
- Hiperactividad/ problemas de atención.
- Problemas relacionales con los padres.
- Conducta pro-social.

2. Suplemento de impacto.

En donde se explora si el entrevistado piensa que tiene un problema y si es así se le pregunta más sobre su cronicidad, el malestar, el perjuicio con el resto de personas.

Adicional se incrementó un módulo en el cual se incluyen preguntas como: tipo de exposición y el tiempo que los niños y adolescentes se encuentran expuestos a otros aparatos que emitan señales electromagnéticas o de radiofrecuencia.

La encuesta SDQ mas el módulo de exposición que será aplicada se encuentra en el Anexo F, Anexo G y Anexo H.

Para cuantificar el módulo 1 de la encuesta SDQ se utiliza las siguientes calificaciones que se encuentran ya estandarizadas.

Escalas	Preguntas	Falso	Algo Cierto	Total mente cierto
Síntomas Emocionales	P3. Se queja con frecuencia de dolor de cabeza, estomago o de náuseas	0	1	2
	P8. Tiene muchas preocupaciones a menudo parece inquieto/a o preocupado/a	0	1	2
	P13. Se siente a menudo infeliz, demasiado o lloroso	0	1	2
	P16. Es nervioso/a o dependiente ante nuevas situaciones, fácilmente pierde la confianza en sí mismo	0	1	2
	P24. Tiene muchos miedos, se asusta fácilmente	0	1	2
	P5. Frecuentemente tiene rabietas o mal genio	0	1	2
Problemas de Conducta	P7. Por lo general es obediente, suele hacer lo que le piden los adultos	2	1	0
	P12. Pelea con frecuencia con otros niños/as o se mete con ellos/as	0	1	2
	P18. A menudo miente o engaña	0	1	2
	P22. Roba cosas en casa, en la escuela o en otros sitios	0	1	2
	P2. Es inquieto/a, hiperactivo/a, no puede permanecer quieto/a por mucho tiempo	0	1	2
	P10. Está continuamente moviéndose y es revoltoso	0	1	2
Hiperactividad	P15. Se distrae con facilidad, su concentración tiende a dispersarse	0	1	2
	P21. Piensa las cosas antes de hacerlas	2	1	0
	P25. Termina lo que empieza, tiene buena concentración	2	1	0
Problemas	P6. Es más bien solitario/a y tiende a jugar solo/a	0	1	2

con compañeros	P11. Tiene por lo menos un/a buen/a amigo/a	2	1	0
	P14. Por lo general cae bien a los otros niños/as	2	1	0
Conducta prosocial	P19. Los otros niños se meten con él/ella o se burlan de él/ella	0	1	2
	P23. Se lleva mejor con adultos que con otros niños/as	0	1	2
	P1. Tiene en cuenta los sentimientos de otras personas	0	1	2
	P4. Comparte frecuentemente con otros niños/as chucherías, juguetes, lápices, etc.	0	1	2
	P9. Ofrece ayuda cuando alguien resulta herido, disgustado, o enfermo	0	1	2
	P17. Trata bien a los niños/as más pequeños/as	0	1	2
	P20. A menudo se ofrece para ayudar (a padres, maestros, otros niños)	0	1	2

Tabla 3.5 Puntaje según las normas SDQ

Fuente: www.sdq.info.com

Elaborado: Margarita Sánchez

La Puntuación Total: Se genera sumando las puntuaciones de todas las sub-escalas salvo la de comportamiento pro-social. La puntuación resultante puede variar de 0 a 40 y solo debe ser calculada si hay un mínimo de 12 ítems contestados.

Y los límites para considerar si una persona se encuentran o no con cierto tipo de problemas es:

	Normal	Limite	Anormal
Puntuación total de dificultades	0-13	14-16	17-40
Puntuación de síntomas emocionales	0-3	4	5-10
Puntuación de problemas de conducta	0-2	3	4-10
Puntuación de hiperactividad	0-5	6	7-10
Puntuación de problemas con compañeros	0-2	3	4-10
Puntuación de conducta pro-social	6-10	5	0-4

Tabla 3.6 Puntaje para predecir posibles desordenes de comportamiento

Fuente: www.sdq.info.com

Elaborado: Margarita Sánchez

3.7 METODOLOGÍA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1 DEFINICIONES

Para este estudio las definiciones que se utilizará son las siguientes:

ZONAS CENSALES

Son las Administraciones Zonales pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito.

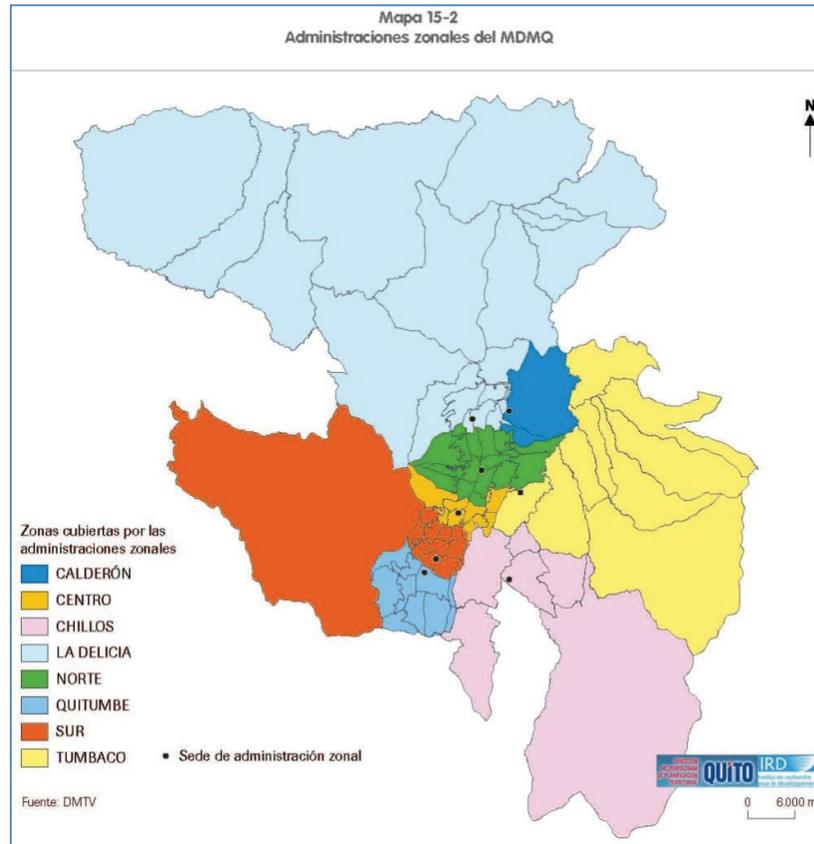


Figura 3.3.1 Mapa del Distrito Metropolitano de Quito por Administraciones Zonales
Fuente: Castillo <http://www.zonu.com/America-del-Sur/Ecuador/Pichincha/Quito/Politicos.html>
Elaborado por: Margarita Sánchez

GRUPOS ANTENAS

Se denominará a una o varias antenas unidas bajo el criterio que la distancia entre ellas es menor a 500m.

GRADO

Conjunto de niños que estudian en una misma escuela y tiene un mismo nivel de educación en el momento de la encuesta.

Los posibles grados que se pueden encontrar son:

- Inicial: Niños de 3 a 4 años
- Básica: 10 niveles de educación
- Bachillerato: 3 niveles de educación

MANZANA INICIAL

Con el croquis y ya en el terreno donde se encuentra ubicada el grupo antena elegido; colóquese en la esquina superior derecha de la manzana y la manzana que se encuentra en la parte superior derecha de la posición mencionada será considerada como manzana inicial.

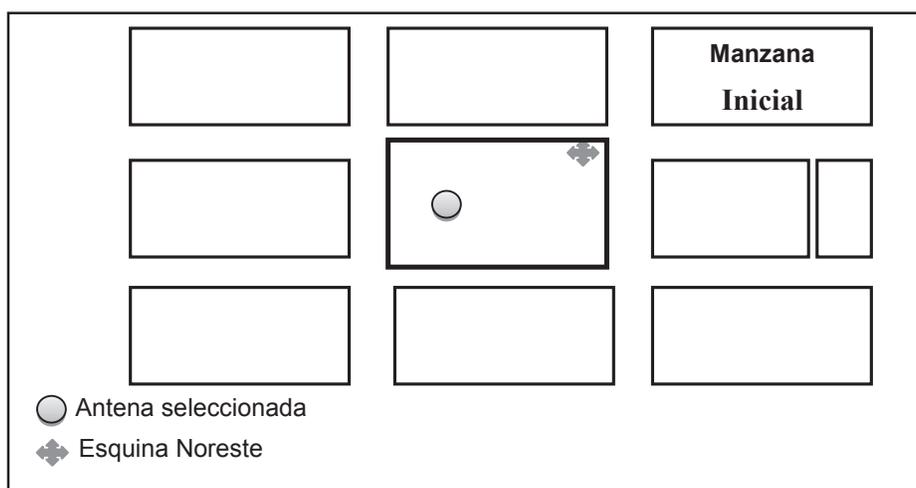


Figura 3.3.2 Manzana Inicial
Elaborado por: Margarita Sánchez

MANZANAS ALEDAÑAS

Son todas aquellas manzanas que se encuentran alrededor de la manzana donde se encuentra elegido el grupo antena. Se las numera en el sentido de las manecillas del reloj.

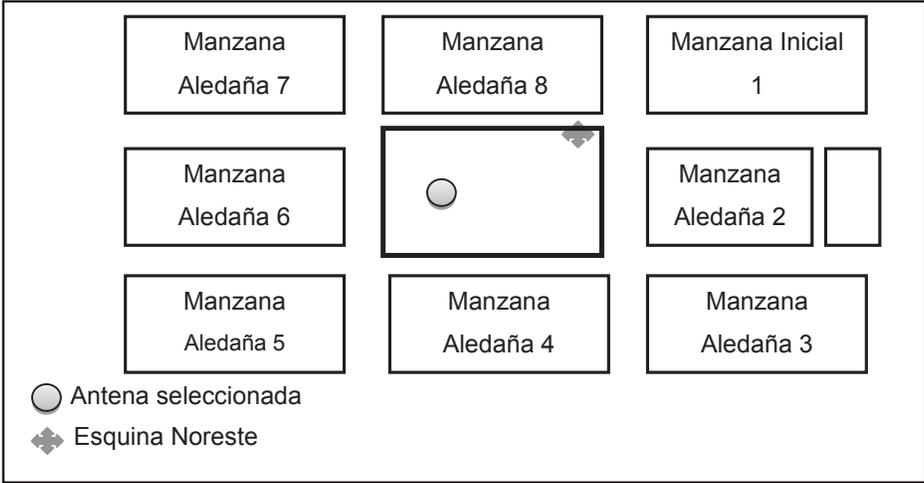


Figura 3.3.3 Manzana Aledañas
Elaborado por: Margarita Sánchez

MANZANAS DE REEMPLAZO

Son todas aquellas manzanas que deben ser consideradas en caso de que la distancia entre la manzana inicial y la manzana aledaña sea menor a 500 metros. Se las numerará utilizando el mismo criterio de las manzanas aledañas.

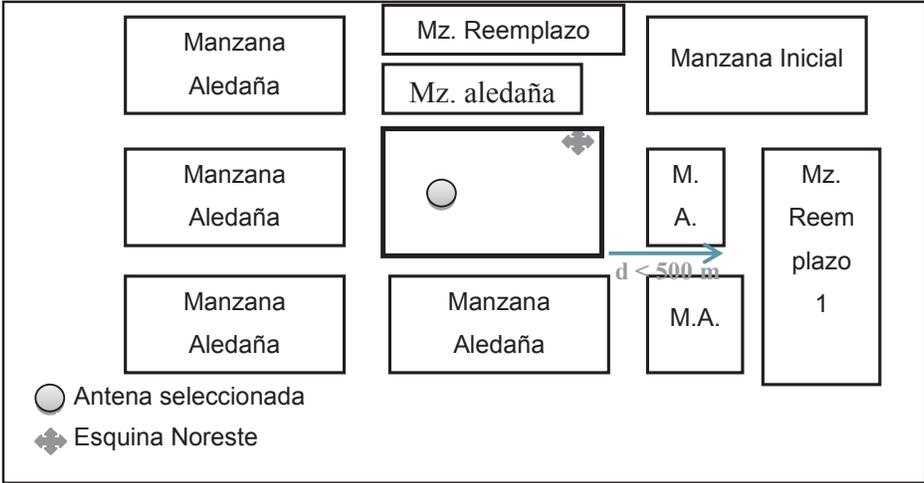


Figura 3.3.4 Manzanas de Reemplazo
Elaborado por: Margarita Sánchez

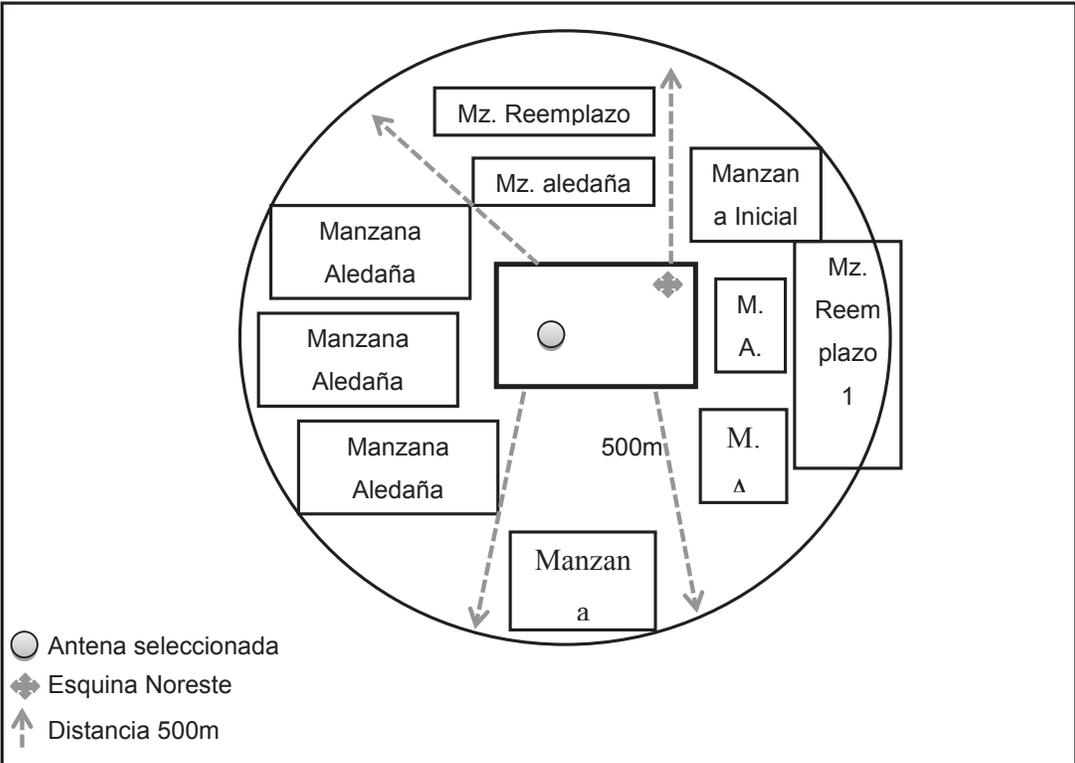
3.7.2 INSTRUCCIONES PARA REALIZAR EL TRABAJO EN TERRENO

Con ayuda del programa ArcGIS se debe ubicar la localización del grupo antenas seleccionada; una vez ubicado el punto muestral en la computadora dirigirse al mismo.

Seleccionar la manzana inicial y contar en la misma si existe alguna escuela anotarla. Continuar el recorrido utilizando las manzanas aledañas en el sentido de las manecillas del reloj. En la manzana aledaña 1 continuar con el conteo de instituciones educativas pasar a la manzana aledaña 2 y continuar el recorrido hasta terminar el número de manzanas aledañas

En el caso de que la distancia entre el grupo antena y las manzanas aledañas es menor a 500 metros se utilizará las manzanas de reemplazo considerando la misma metodología de las manzanas aledañas.

Con esto se ha formado un conglomerado de manzanas que contienen a las instituciones educativas cercanas a este conglomerado los denominaremos grupo cercano.



4 ANÁLISIS DE DATOS

Luego de la recolección de datos las encuestas fueron ingresadas en el programa SPSS, con este software se realizaron casi todas las estimaciones a excepción del método de Bootstrap el cual fue realizado en Excel con una macro que responde al diseño de muestra de este proyecto.

4.1 CÁLCULO DEL PONDERADOR

Utilizando la fórmula 3.1.5

$$w_{ijk}(\text{con presencia de antenas}) = \frac{N_h * m_c}{M_h * X_{ijk}}$$

$$w_{ijk}(\text{sin presencia de antenas}) = \frac{N_h * m_a}{M_h * X_{ijk}}$$

Para cada una de las zonas censales el ponderador para cada niño o adolescente de 4 a 16 años entrevistado es:

Zona	Instituciones educativas en Grupos Cercano	Ponderador en Grupos Cercano	Instituciones educativas en Grupos Alejado	Ponderador en grupos alejado
Centro	3	1,8094	3	1,1469
Eloy Alfaro	3	0,6226	3	0,7001
Norte	8	0,4703	8	1,5482

Tabla 4.1 Ponderador para cada Institución según la zona a la que pertenece

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

4.2 CLASIFICACIÓN DE NIÑOS Y ADOLESCENTES DE 4 A 16 AÑOS SEGÚN SU PUNTUACIÓN DE DIFICULTADES

Primero se probará que los puntos de corte mencionados en la tabla 3.6 para esto se utilizará la curva ROC utilizando el puntaje total y considerando como normal al puntaje menor a 17 y como anormal el puntaje mayor a 17.

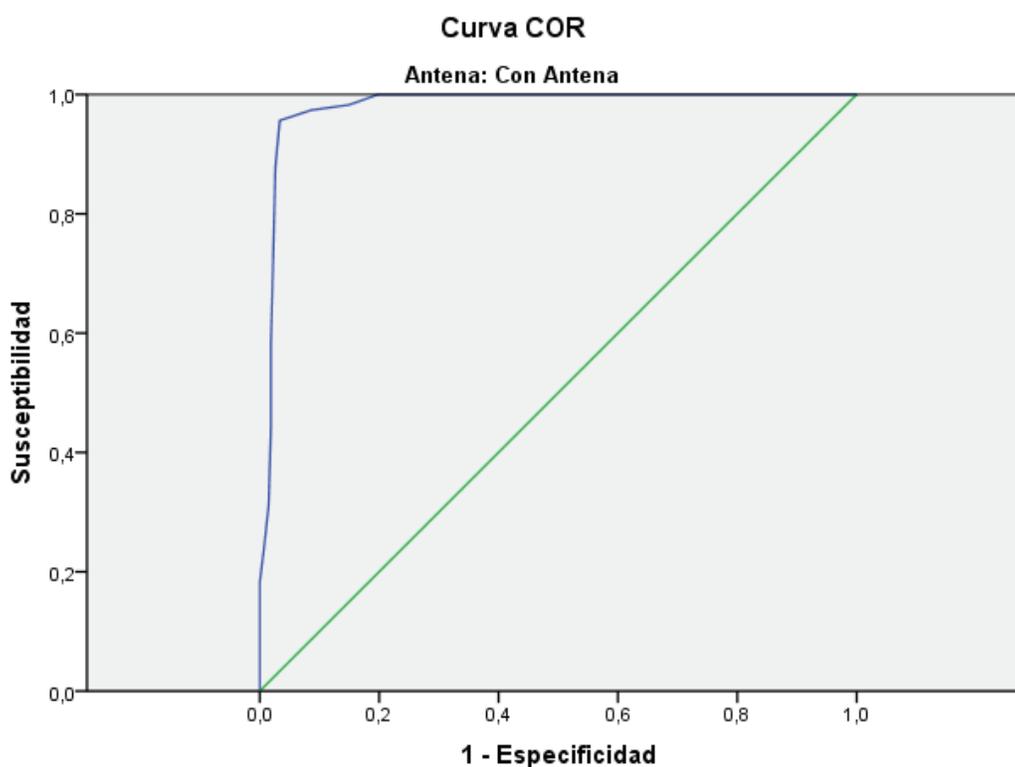
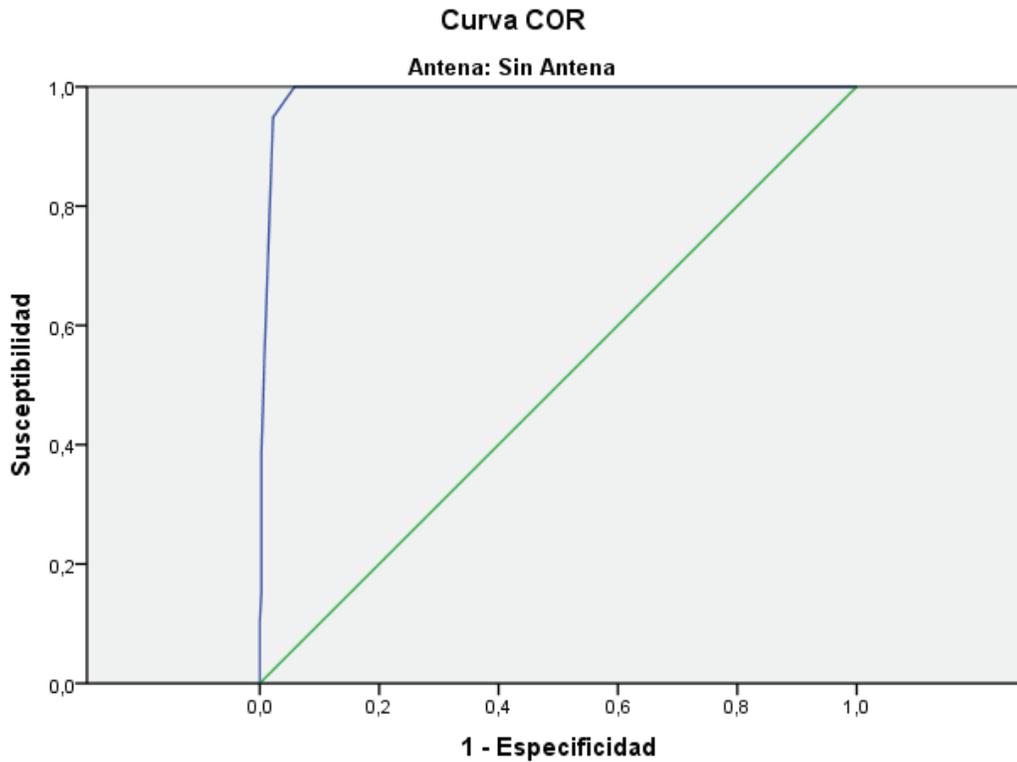


Figura 4.4.1 Curva ROC para instituciones en grupos cercanos
Elaborado por: Margarita Sánchez



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

Figura 4.4.2 Curva ROC para instituciones en grupos alejados
Elaborado por: Margarita Sánchez

En la tabla 4.1 el área es de 1 superior al valor aceptable de discriminación que es mayor a 0,7.

	Área	Error Estándar	Sig. Asintótica	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Con antena	0,99	0,004	,000	0,983	0,998
Sin antena	0,98	0,007	,000	0,967	0,993

Tabla 4.2 Área bajo la curva ROC

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

Los puntos que definieron la curva ROC para el par ordenado (x,y) es (Sensibilidad ; 1- Especificidad).

Positivo si es mayor o igual que	CON ANTENA		SIN ANTENA	
	Sensibilidad	1 - Especificidad	Sensibilidad	1 - Especificidad
14,50	1	0,198	1	0,172
15,50	0,983	0,149	1	0,097
16,50	0,974	0,086	1	0,058
17,50	0,957	0,034	0,949	0,022
18,50	0,888	0,026	0,718	0,014
19,50	0,722	0,022	0,564	0,008
20,50	0,583	0,019	0,385	0,003
22,50	0,313	0,015	0,154	0,003
23,50	0,243	0,007	0,103	0,000
24,50	0,183	0,000	0,051	0,000

Tabla 4.3 Puntos de corte aplicando curva ROC

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

El punto óptimo de diagnóstico es 15 hacia arriba ya que se obtiene una sensibilidad de 100 y una especificidad de 100.

Una vez conocidas las características del punto de corte se analizó la capacidad de discriminación.

Para el caso de niños y adolescentes que estudian en instituciones educativas cercanas a una antena celular la variable puntaje total es altamente significativo para la diferencia de medias de los grupos normal y anormal como se puede apreciar con los estadísticos de Welch y Brown Forsythe (778,92; $p < 0,05$) en el caso de no igualdad de varianzas.

Lo mismo ocurre para las instituciones educativas que se encuentran en un grupos sin presencia de antena donde los estadísticos de Welch y Brown Forsythe (823,25 $p < 0,05$) en el caso de no igualdad de varianzas

		Estadístico	Sig.	gl1	gl2
Con Antena	Welch	778,917	,000	1,000	247,14
	Brown-Forsythe	778,917	,000	1,000	247,14
Sin antena	Welch	823,254	,000	1,000	105,851
	Brown-Forsythe	823,254	,000	1,000	105,851

Tabla 4.4 Prueba ANOVA para comparar medias de Instituciones pertenecientes a grupos cercanos y alejados

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

La matriz de confusión para esta función discriminante es:

		Grupo de pertenencia pronosticado		Total
		Normal	Anormal	
Recuento	Normal	192	70	628
	Anormal	0	83	154
%	Normal	96,4	3,6	100
	Anormal	0	100	100
Clasificados correctamente 96,4% de los casos agrupados originales				

Tabla 4.5 Resultados de clasificación utilizando análisis Discriminante en instituciones pertenecientes a grupos cercanos

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

El 96,4% de los niños y adolescentes fue clasificado correctamente con una sensibilidad y especificidad del 100% lo que indica la adecuada capacidad del punto de corte para clasificarlos.

La matriz de confusión está dada por:

			Grupo de pertenencia pronosticado		Total
			Normal	Anormal	
Sin Antena	Recuento	Normal	448	0	448
		Anormal	15	36	51
	%	Normal	100	0	100
		Anormal	29,4	70,6	100

Tabla 4.6 Resultados de clasificación utilizando análisis Discriminante en instituciones pertenecientes a grupos alejados

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

Para los grupos sin presencia de antena el 100% de los niños y adolescentes fue clasificado correctamente con una sensibilidad del 70,6% y una especificidad del 100% lo que indica la adecuada capacidad del punto del corte para clasificar a los menores con probables problemas de conducta.

Con estos cálculos queda comprobado que los cortes propuestos por la encuesta SDQ funcionan perfectamente y se ajustan a nuestra realidad.

Continuando con el análisis de la encuesta se procede a revisar las variables edad y tiempo para ver si pueden ser ajustadas a ciertos rangos utilizando como herramienta las Bisagras de Tuckey para poder definir los posibles puntos de corte según se muestra en la siguiente tabla:

		Percentiles									
		5	10	25	50	75	90	95			
Con presencia de antenas	Promedio Ponderado	Edad	6	6	10	11	13	15	16		
		Tiempo de uso	30	60	120	270	450	660	840,11		
	Bisagras de Tukey	Edad			10	11	12,91				
		Tiempo de uso			120	270	450				
Sin presencia de antenas	Promedio Ponderado	Edad	4	6	9	12	14	14,62	15,75		
		Tiempo de uso	0	60	120	240	440,39	660	820		
	Bisagras de Tukey	Edad			9	12	14				
		Tiempo de uso			120	240	438,33				

Tabla 4.7 Bisagras de Tukey para las variables Edad, Tiempo de uso tanto en instituciones pertenecientes a grupos cercanos y alejados

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

Para la edad se define un grupo de 4 a 13 años y otro de 14 a 16 independientemente al grupos al que pertenece.

En cambio para el tiempo de uso para el grupo de niños y adolescentes que estudian cerca de una antena considerará 450 minutos hacia abajo como moderado y de ese punto hacia arriba como alto; en cambio para el grupo sin antena se considerará 438 minutos como punto de corte.

Ahora se mostrará el porcentaje de alumnos que obtuvieron como calificación 0 es decir sus respuestas fueron falso; tanto para cada uno de los grupos de niños y adolescentes entrevistados considerando si sus instituciones educativas se encuentran en un grupos con o sin presencia de antenas; así como para las variables edad, género y cantidad de horas de equipos electrónicos.

Frasas SDQ	Total	Hombre	Mujer	4-13	14-16	Tiempo Moderado	Tiempo o alto
	283	79	203	220	63	214	69
P3. Se queja con frecuencia de dolor de cabeza, estomago o de náuseas	57,6%	61,7%	56,0%	60,4%	47,7%	58,7%	54,3%
P8. Tiene muchas preocupaciones a menudo parece inquieto/a o preocupado/a	36,8%	39,4%	35,7%	37,7%	33,5%	40,6%	24,8%
P13. Se siente a menudo infeliz, demasiado o lloroso	61,9%	57,6%	63,6%	61,7%	62,8%	66,3%	48,3%
P16. Es nervioso/a o dependiente ante nuevas situaciones, fácilmente pierde la confianza en sí mismo	41,7%	38,6%	43,0%	43,0%	37,2%	41,7%	41,8%
P24. Tiene muchos miedos, se asusta fácilmente	52,1%	63,1%	47,8%	54,0%	45,5%	52,7%	50,2%
P5. Frecuentemente tiene rabietas o mal genio	37,9%	48,8%	33,7%	35,0%	48,3%	39,4%	33,3%
P7. Por lo general es obediente, suele hacer lo que le piden los adultos	47,6%	38,2%	51,3%	42,8%	64,8%	52,0%	34,0%
P12. Pelea con frecuencia con otros niños/as o se mete con ellos/as	62,6%	60,0%	63,7%	61,6%	66,3%	67,1%	48,9%
P18. A menudo miente o engaña	52,8%	53,0%	52,7%	51,7%	56,5%	59,9%	30,8%
P22. Roba cosas en casa, en la escuela o en otros sitios	77,4%	79,4%	76,7%	78,7%	73,0%	75,8%	82,3%
P2. Es inquieto/a, hiperactivo/a, no puede permanecer quieto/a por mucho tiempo	41,0%	35,7%	43,1%	40,9%	41,2%	46,1%	25,0%

P10. Está continuamente moviéndose y es revoltoso	46,7%	35,9%	50,9%	47,1%	45,2%	50,5%	34,8%
P15. Se distrae con facilidad, su concentración tiende a dispersarse	42,5%	50,0%	39,5%	43,7%	38,3%	42,5%	42,3%
P21. Piensa las cosas antes de hacerlas	51,1%	54,6%	49,7%	48,3%	61,0%	52,4%	46,9%
P25. Termina lo que empieza, tiene buena concentración	41,3%	45,8%	39,6%	40,8%	43,2%	43,4%	34,9%
P6. Es más bien solitario/a y tiende a jugar solo/a	60,4%	55,2%	62,5%	59,4%	64,0%	61,1%	58,3%
P11. Tiene por lo menos un/a buen/a amigo/a	65,0%	53,1%	69,6%	66,2%	60,7%	67,1%	58,3%
P14. Por lo general cae bien a los otros niños/as	50,9%	51,8%	50,5%	48,6%	59,0%	53,0%	44,3%
P19. Los otros niños se meten con él/ella o se burlan de él/ella	61,6%	64,9%	60,2%	59,8%	67,7%	64,6%	52,0%
P23. Se lleva mejor con adultos que con otros niños/as	60,7%	54,9%	62,9%	62,7%	53,5%	63,9%	50,7%
P1. Tiene en cuenta los sentimientos de otras personas	25,1%	27,1%	24,3%	26,2%	21,0%	24,8%	25,9%
P4. Comparte frecuentemente con otros niños/as chucherías, juguetes, lápices, etc.	16,8%	25,4%	13,5%	17,5%	14,5%	15,3%	21,5%
P9. Ofrece ayuda cuando alguien resulta herido, disgustado, o enfermo	14,1%	13,8%	14,2%	12,0%	21,5%	15,8%	8,9%
P17. Trata bien a los niños/as más pequeños/as	18,2%	14,7%	19,6%	17,2%	22,0%	18,0%	19,0%

Tabla 4.8 Porcentaje de individuos que obtuvieron calificaciones de cero (falso) para cada frase en instituciones en grupos cercanos

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

En la tabla 4.8 se presentan los porcentajes de calificaciones que obtuvieron 0 puntos en cada frase evaluada en el cuestionario SDQ; La frase P18. Miente o engaña a menudo recibe un 77,4% de calificaciones en cero lo cual hace que sea la frase con más respuestas positivas es decir el problema no se encuentra presente; mientras que la frase 1 “Tiene en cuenta los sentimientos de otras personas” se encuentra con un 16,8%, y quiere decir que muy pocos niños y adolescentes se encuentran preocupados por las demás personas.

Frases SDQ	Total	Hombre	Mujer	4-13	14-16	Tiempo Moderado	Tiempo o alto
	499	205	294	371	129	372	128
P3. Se queja con frecuencia de dolor de cabeza, estomago o de náuseas	73%	81%	68%	75%	70%	76%	65%
P8. Tiene muchas preocupaciones a menudo parece inquieto/a o preocupado/a	48%	55%	42%	49%	42%	52%	35%
P13. Se siente a menudo infeliz, demasiado o lloroso	69%	75%	64%	73%	57%	72%	58%
P16. Es nervioso/a o dependiente ante nuevas situaciones, fácilmente pierde la confianza en sí mismo	40%	40%	40%	40%	38%	42%	33%
P24. Tiene muchos miedos, se asusta fácilmente	58%	67%	52%	57%	60%	58%	57%
P5. Frecuentemente tiene rabietas o mal genio	50%	57%	46%	49%	54%	49%	53%
P7. Por lo general es obediente, suele hacer lo que le piden los	48%	43%	51%	49%	43%	48%	45%

P9. Ofrece ayuda cuando alguien resulta herido, disgustado, o enfermo	10%	11%	10%	10%	11%	12%	7%
P17. Trata bien a los niños/as más pequeños/as	14%	13%	14%	11%	21%	14%	14%
P20. A menudo se ofrece para ayudar (a padres, maestros, otros niños)	73%	81%	68%	75%	70%	76%	65%

Tabla 4.9 Porcentaje de individuos que obtuvieron calificaciones de cero (falso) para cada frase en instituciones en grupos alejados

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

En la tabla 4.9 se presentan los porcentajes de calificaciones que obtuvieron 0 puntos en cada frase evaluada en el cuestionario SDQ; La frase P18. Miente o engaña a menudo recibe un 95% de calificaciones en cero lo cual hace que sea la frase con más respuestas positivas es decir el problema no se encuentra presente; mientras que la frase 1 “Tiene en cuenta los sentimientos de otras personas” se encuentra con un 13%, y quiere decir que muy pocos niños y adolescentes se encuentran preocupados por las demás personas.

A continuación se examinará la posible influencia del sexo, edad y el tiempo de uso de aparatos eléctricos en la clasificación de niños y adolescentes realizada en comportamientos normales y anormales.

Variable	Observado		Intervalo de confianza 95%	Chi ²	Categorías	Tasa
Sexo	RR	1,380	0,954 – 1,996	2,797 p=0,094	Hombre	0,367
	OR	0,625	0,359-1,087		Mujer	0,266
Edad	RR	0,445	0,562-1,271	0,627 p=0,428	4 a 13	0,282
	OR	1,274	0,699-2,323		14 a 16	0,333
Tiempo de uso	RR	1,142	0,732-1,783	0,353 p=0,553	Moderado	0,302
	OR	0,831	0,45-1,533		Alto	0,265

Tasa= proporción del grupo de factor de riesgo con presencia de problemas de comportamiento
Riesgo relativo= Tasa(1)/Tasa(2)
Odds(1)= Tasa categoría(1)/1- tasa categoría(1), Odds(2)= Tasa categoría(2)/1- Tasa categoría(2)
Odds Ratio= Odds(1)/Odds(2)

Tabla 4.10 Riesgos relativos y Odds ratios para las variables Sexo; Rango de edad y Clasificación del tiempo en instituciones que pertenecen a grupos cercanos
Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito
Elaborado por: Margarita Sánchez

La variable sexo, edad y tiempo de uso presenta tanto en los RR como en los OR valores superiores a 1 y los estadísticos chi² dieron valores no significativos.

En la tabla 4.11 se presentan los datos de niños y adolescentes que estudian en instituciones educativas que pertenecen a grupos cercanos. En esta tabla se puede apreciar que las tres variables sexo, edad y tiempo de uso no constituyen un factor de riesgo en el comportamiento de los niños esto basado en que a pesar que los ratios no son cercanos a 1 los estadísticos chi² presentan valores no significativos ($p= 0,198 > 0,05$), ($p= 0,511 > 0,05$) y ($p= 0,553 > 0,05$).

Variable	Observado		Intervalo de confianza 95%	Chi ²	Categorías	Tasa
Sexo	RR	0,699	0,403-1,213	1,656 p=0,198	Hombre	0,083
	OR	1,489	0,810-2,737		Mujer	0,119
Edad	RR	0,828	0,469-1,461	0,421 p=0,516	4 a 13	0,097
	OR	1,235	0,652-2,340		14 a 16	0,117
Tiempo de uso	RR	1,228	0,650-2,320	0,408 p=0,553	Moderado	0,107
	OR	0,796	0,395-1,604		Alto	0,087

Tasa= proporción del grupo de factor de riesgo con presencia de problemas de comportamiento
Riesgo relativo= Tasa(1)/Tasa(2)
Odds(1)= Tasa categoría(1)/1- tasa categoría(1), Odds(2)= Tasa categoría(2)/1- Tasa categoría(2)
Odds Ratio= Odds(1)/Odds(2)

Tabla 4.11 Riesgos relativos y Odds ratios para las variables Sexo; Rango de edad y Clasificación de tiempo en instituciones que pertenecen a grupos alejados
Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito
Elaborado por: Margarita Sánchez

4.3 CÁLCULO DEL ERROR ESTÁNDAR MÉTODO DE BOOTSTRAP

Primero se probará si los datos provienen de una función de distribución normal. Para esto se utilizará la prueba de Kolmogorov-Smirnov para los dos grupos que se han estudiado.

En donde la prueba de hipótesis es:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos provienen de una distribución diferente.

Kolmogorov - Smirnov ^a			
	Estadístico	Gl	Sig
Con antena	0,446	283	0,000
Sin antena	0,530	499	0,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla 4.12 Pruebas de normalidad tanto en instituciones que pertenecen a grupos cercanos como alejados

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

Como los datos se encuentran por encima del valor $p = 0,05$ se puede rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto los datos no siguen una distribución normal.

Rao Wu y Yue en 1992 presentaron el siguiente algoritmo para estimar la varianza del estimador $\hat{\theta}$, los pasos del 1 al 4 son B réplicas independientes, donde B es el número de muestras Bootstrap.

1. Independientemente dentro de cada estrato h (zonas censales), seleccione una muestra Bootstrap. Las extracciones se las realizará por un muestreo aleatorio simple de $n_h^{(b)}$ unidades primarias de muestreo con reposición de las n_h unidades primarias muestrales (instituciones educativas). Sea $t_{hi}^{(b)}$ el número de veces que se repite la unidad primaria (instituciones educativas) dentro de la muestra Bootstrap.
2. Para cada unidad secundaria (paralelo entrevistado) de muestreo dentro de cada unidad primaria, calcule el peso inicial de Bootstrap por re-escalamiento donde el peso es:

$$w_{hik}^{(b)} = w_{hik} \left\{ \left(1 - \sqrt{\frac{n_h^{(b)}}{n_h - 1}} \right) + \sqrt{\frac{n_h^{(b)}}{n_h - 1}} * \frac{n_h}{n_h^{(b)}} * t_{hi}^{(b)} \right\}$$

Donde w_{ijk} es el peso inicial de las unidades secundarias de muestreo igual al inverso de la probabilidad de selección.

3. Calcular $\hat{\theta}_B^*$

4. El estimador de la varianza de $\hat{\theta}$ esta dado por:

$$\hat{V}_{BS}(\hat{\theta}) = \frac{1}{B} \sum_{a=1}^B (\hat{\theta}_a^* - \hat{\theta}_{BS}^*)^2$$

$$\hat{V}_{BS}(\hat{\theta})_{\text{con presencia de antena}} = 0,079$$

$$\hat{V}_{BS}(\hat{\theta})_{\text{sin presencia de antena}} = 0,027$$

donde

$$\hat{\theta}_{*BS}^* = \frac{1}{B} \sum_{a=1}^B \hat{\theta}_{1a}^*$$

$$\hat{\theta}_{*BS}^* \text{ con presencia de eantena} = 31,8\%$$

$$\hat{\theta}_{*BS}^* \text{ sin presencia de eantena} = 11,8\%$$

Sea θ el número de alumnos que presentan un problema de comportamiento con el algoritmo descrito y en una macro en Excel Anexo I estimamos la varianza y el intervalo de confianza para dicho parámetro.

4.4 COMPARACIÓN DE LAS DOS MUESTRAS

El objetivo de este trabajo es aceptar o rechazar la hipótesis “Las antenas celulares colocadas cerca de instituciones educativas junto a largas horas de exposición a televisión, internet, o aparatos que emitan señales electromagnéticas o de radiofrecuencia provocan cambios en el comportamiento de los niños y adolescentes de 4 a 16 años que viven en el distrito metropolitano de Quito, como por ejemplo variación en el sueño, irritabilidad, cansancio, disminución en su rendimiento, etc.”

Para probar esta hipótesis se utilizará el método matching en donde la variable tratamiento tiene valor 1 si la escuela se encuentra en un grupos cercano y 0 caso contrario.

Y es una variable continua y para nuestro caso tomaré el puntaje final que obtuvieron los niños y adolescentes en la encuesta SDQ.

El vector X estará formado por la variable dicotómica clasificación del tiempo de uso de aparatos eléctricos.

1. Primero se debe aplicar una regresión con la variable binomial tratamiento (t-test).

Puntaje	Coeficiente	Error estándar	t	p	Intervalos de confianza	
Tratamiento	1,902249	0,6352586	2,99	0,003	0,6552302	3,149268
Constante	10,59167	0,2697884	39,26	0,000	10,06207	11.12127

Tabla 4.13 Regresión con la variable binomial para el tratamiento (t-test)

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

En la tabla 4.13 los coeficientes de la regresión son significativos; la variable tratamiento si influye en el puntaje que un niño puede llegar a tener.

2. Realizaré una regresión con la variable tratamiento controlando la variable X

Puntaje	Coefficiente	Error estándar	t	p	Intervalos de confianza	
Tratamiento	1,902249	0,6352586	2,99	0,003	0,6552302	3,149268
Tiempo de uso	0,0017024	0,000828	1,93	0,054	- 0,0000030	0,0034354
Constante	10,0699	0,394241	25,54	0,000	10,06207	11.12127

Tabla 4.14 Regresión con la variable binomial para el tratamiento controlado por tiempo de uso

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

En la tabla 4.14 nuevamente el tratamiento si es una variable que afecta a la regresión directamente.

- Se estimará el puntaje de propensión o propensity score con el método soporte común.

•Tratamiento	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Sin Antena	527	67,39	67,39
• Con Antena	255	32,61	100
Total	782	100	

Tabla 4.15 Paramiento por puntaje de propensión

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

El número final de bloques es 2 con el que se asegura que las medidas del puntaje de propension o propensity scores no es diferente para los individuos con tratamiento y de control en cada bloque.

La propiedad de balance está satisfecha

La siguiente tabla muestra el límite inferior del número con tratamiento y del grupo control.

Inferior pscore	Sin Antena	Con antena	Total
0.2	527	255	782
Total	527	255	782

Tabla 4.16 Límite inferior del puntaje de propensión o propensity score para cada grupo

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

- Vecino más cercano matching

Número grupo con tratamiento	Número grupo control	ATE	Error estándar	t
255	527	1,817	0,519	3,504

Tabla 4.17 ATE estimación con el método Vecino más cercano

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

- Radio matching

Número grupo con tratamiento	Número grupo control	ATE	Error estándar	t
255	527	1,817	0,519	3,504

Tabla 4.18 ATE estimación con el método Radio matching

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

- Kernel Matching

Número grupo con tratamiento	Número grupo control	ATE	Error estándar	t
197	585	1,817		

Tabla 4.19 ATE estimación con el método Kernel Matching

Fuente: Tabla realizada utilizando los datos obtenidos en la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes que estudian en el Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Margarita Sánchez

En resumen independientemente del método matching aplicado en todos los métodos los niños y adolescentes que estudian en una institución en un grupos cercano ganan aproximadamente 2 puntos su calificación final.

Por otra parte como se menciona el tiempo de uso de aparatos eléctricos no representa un factor de riesgo ya que el tiempo de uso de los mismos es similar para aquí ellos con comportamiento normal como anormal.

Por tal razón la hipótesis planteada no puede ser aceptada ya que las horas de exposición a aparatos eléctricos en esta medición no es un factor de riesgo pero es importante menciona que la percepción de que las antenas influyen en se comportamiento de los niños se puede suponer que es correcta.

4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones que validan la hipótesis propuesta durante la ejecución de este trabajo.

El diseño de muestra planteado fue posible gracias a que en el país se ha dado gran empuje a la publicación de datos por parte de las instituciones públicas, lo cual hace posible la construcción de marcos muestrales, sus localizaciones geográficas, tamaños, etc.

La agrupación de las antenas que se realizó; permitió disminuir posibles puntos muestrales y facilitar en campo la construcción de los grupos sin que los mismos se traslapen unos a otros

Aunque una vez que se eligieron las unidades primarias de muestreo no fue difícil su ubicación en campo; lo complicado fue tener acceso a las diferentes instituciones educativas seleccionadas ya que aunque resulte paradójico y el tema del muestreo según la nueva reforma en la malla curricular sea vista por los estudiantes de quinto, sexto y séptimo resulte muy complicado lograr una entrevista. Con mucha fortuna se podría decir que luego de realizar las solicitudes respectivas en donde se explicaba que no se podrá saber quién fue el niño o niña entrevistada y que adicional no se mencionara el nombre de las instituciones educativas se logró obtener el permiso para poder tomar las muestras.

Como los niños y niñas de 4 a 10 años no pueden ser entrevistadas ya sus respuestas aún son muy difusas fue entonces necesaria la ayuda de padres y maestros lo cual también fue un inconveniente ya que era complicado recuperar las encuestas enviadas a casa. Con un trabajo de aproximadamente dos meses se logró conseguir todas las entrevistas.

Hasta el momento se ha mencionado solo las tareas de campo que se realizaron para la obtención de datos que permitieron la ejecución de este trabajo.

Ahora se revisará los principales hallazgos en los datos recolectados

La encuesta SDQ tiene la fortaleza de que ha sido probada en varios países del mundo y sus puntos de corte por ejemplo se encuentran perfectamente definidos no importa en donde sean aplicados, y aquí en el Distrito Metropolitano de Quito los mismos no cambiaron y el porcentaje de puntos bien clasificados independientemente del grupo de instituciones educativas pertenecientes tanto a grupos cercanos como alejados es superior al 97% lo cual nos permite afirmar que estos puntos se encuentran bien definidos.

Una vez clasificados los niños y adolescentes existe un grupo que se encuentra en el límite y para ser reclasificado se necesita que se realice una entrevista personal pero como se mencionó anteriormente una de las condiciones para lograr obtener el permiso para tomar la muestra en las diferentes instituciones educativas fue asegurar el anonimato de los entrevistados razón por la cual en este trabajo a estos niños se los clasifico con comportamiento normal.

Como las frases de la encuesta SDQ se agrupan y forman 5 subgrupos que analizan los posibles problemas que pueden tener los niños o adolescentes.

En instituciones que pertenecen al grupos cercano se puede ver:

En el grupo 1 Síntomas Emocionales.- la frase con mayor número de afirmaciones es "Tiene muchas preocupaciones a menudo parece inquieto o preocupado" a total 63% y encontrando que las personas que usan aparatos eléctricos por tiempos prolongados presentan un 75% de afirmación .

En el grupo 2 Problemas de conducta.- la frase que presenta mayor número de afirmaciones es: "Tiene rabietas o mal genio frecuentemente" con un 62% a nivel total pero en el género niñas el 66% de ellas afirma estar de acuerdo con esta frase.

En el grupo 3 Hiperactividad.- no es posible asignar una frase con mayor problema ya que todas son similares.

En el grupo 4 Problemas con compañeros.- la frase “Por lo general cae bien a otros niños” presenta un 51% de problemas y los estudiantes entrevistados con mayor uso de aparatos eléctricos presentan mayor problema con un 44%.

Ahora analizando el grupo de entrevistados que se estudian en instituciones que se encuentran ubicadas en grupos cercanos se verá que ocurre en cada uno de los 5 grupos que se forman.

En el grupo 1 Síntomas Emocionales.- la frase “Es nervioso o dependiente ante situaciones nuevas, pierde la confianza en sí mismo” presenta un 60% de entrevistados afirmando la misma; y los entrevistados que declaran usar un tiempo largo los aparatos eléctricos afirman verse identificados con esta frase en un 77%.

En el grupo 2 Problemas de conducta la frase “Por lo general es obediente, hace lo que le piden los adultos” es la frase con mayor número de entrevistados 52% siendo los adolescentes de 14 a 16 años los que afirman con un 57% esta frase

En el grupo 3 Hiperactividad la frase “Termina lo que empieza tiene buena concentración” presenta un 64% de entrevistados que afirman realizar esta actividad.

En el grupo 4 Problemas con compañeros las frase “Por lo general cae bien a otros niños” presenta un 45% de casos afirmativos.

Y finalmente en el grupo 5 Conducta Prosocial el 90% aproximadamente cumple con estas características haciendo que no exista un mayor número de personas con esta afirmación.

Las variables sexo, edad y tiempo de uso de aparatos eléctricos no influyen en el comportamiento de los niños ya que no son significativas con ninguno de los análisis realizados.

Aplicando el Método Matching se obtuvo que cada vez que una antena se encuentre cercana a una escuela ($d \leq 500m$) se puede suponer que existe un efecto que cambia el comportamiento de niños y adolescentes ya que el puntaje final se ve incrementado en 2 puntos.

Como recomendaciones para futuros estudios se ha podido recabar lo siguiente:

Para facilitar la toma de información esta debe ser realizada por una institución pública como el Ministerio de Educación ya que esto permitiría mayor apertura y colaboración en las instituciones educativas por parte de los directores permitiendo profundizar con una entrevista personal a todos los niños cuya puntuación los clasificaba en el límite y como mencione ahora fueron clasificados como normales.

Para minimizar sesgos no observables que puedan estar interviniendo en el comportamiento de los alumnos como por ejemplo nivel socioeconómico, edad, género, número de hermanos, etc. Se recomienda que una vez seleccionada la institución educativa dentro del grupo cercano se elija una escuela con características similares en el grupo alejado.

Si la toma de datos se puede realizar en dos momentos diferentes tanto para el grupo con tratamiento (cercano a antenas) como para el grupo control (alejado de antenas). En este estudio dado los limitantes de colaboración como de presupuesto la toma que se propone no fueron posibles pero podrían ser un tema para profundizar.

ANEXOS

Anexo A – Tipos de Muestreo

Anexo A. 1 DEFINICIONES BÁSICAS

Utilizando los conceptos de William Cochran [9], Sharon Lohr [10] y Sandial [11] se consideró las siguientes definiciones.

- **Individuo.**- Son unidades sobre las cuales se realiza una medición a veces son también conocidas como elementos, su naturaleza depende de los objetivos del sondeo así por ejemplo si el estudio se trata de poblaciones humanas como en nuestro caso los individuos serán personas.
- **Población objetivo.**- Colección completa finita o infinita de los individuos (observaciones) de la cual se desea obtener cierta información.
- **Variables.**- Son características o cualidades que poseen los individuos de una población.

Las variables pueden ser cualitativas las cuales se refieren a características o cualidades que no pueden ser representadas con números. Y cuantitativas las mismas que pueden ser expresadas mediante números y por consiguiente se podrán realizar operaciones aritméticas con las mismas.

- **Muestra.**- Subconjunto de una población que permite averiguar las propiedades o características de la misma por lo que es importante que sea un reflejo de la población, es decir sea representativa.

Planes de muestreo.- Los métodos de extracción de muestras se denominan planes de muestreo.

Un plan de muestreo es una distribución de probabilidad π sobre el conjunto de muestras s .

Para toda la muestra

$$s = (i_1, i_2, \dots, i_n)$$

$p(s)$ es un producto de probabilidades condicionales.

- **Probabilidades de inclusión.**- Es la probabilidad de que un individuo i figure en la muestra s .

Es posible conocer la probabilidad de que una unidad i de la población aparezca en la muestra seleccionada

$$P(\text{unidad en la muestra}) = \pi_i$$

Para conocer como extraer un individuo definamos una variable indicadora por:

$$I_k = \begin{cases} 1 & \text{si la unidad } k \in S \\ 0 & \text{si la unidad } k \notin S \end{cases}$$

La probabilidad de inclusión

$$\pi_k = E(I_k) = Pr(k \in S) = \sum_{s \ni k} p(s)$$

La probabilidad de inclusión de segundo orden es:

$$\pi_{kl} = E(I_k I_l) = Pr(k, l \in S) = \sum_{s \ni k, l} p(s)$$

Además

$$\Delta_{kl} = Cov(I_k, I_l) = \begin{cases} \pi_k(1 - \pi_k) & \text{si } k = l \\ \pi_{kl} - \pi_k \pi_l & \text{si } k \neq l \end{cases}$$

Si el diseño muestral es de tamaño fijo, entonces

$$\sum_{k \in U} \pi_k = n$$

- **Parámetros.-** Es el dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar y valorar una determinada situación.

Sea y_i una característica asociada a la i -ésima unidad de la población, la población total será:

$$t = \sum_{i=1}^N y_i$$

Una estimación que se puede utilizar para t es $\hat{t}_s = N\bar{y}_s$ donde \bar{y}_s es el promedio de las y_i en la muestra S .

El valor esperado de \hat{t} , $E(\hat{t})$ es la media de la distribución de muestreo de \hat{t}

$$E(\hat{t}) = \sum_s P(S)\hat{t}_s$$

La varianza de la distribución de muestreo de \hat{t} es

$$V(\hat{t}) = E[(\hat{t} - E(\hat{t}))^2]$$

Anexo A. 2 TIPOS DE MUESTREO

- **Muestreo probabilístico.-** Es aquel en el que todos los individuos de la población tiene la misma probabilidad de ser elegida. Por lo tanto es el tipo de muestreo que se debe utilizar en nuestras investigaciones por ser riguroso y científico.
- **Muestreo no probabilístico.-** Es aquel en el que la persona que selecciona la muestra es quien procura que sea representativa

dependiendo de su intención u opinión. Los muestreos no probabilísticos son más fáciles de realizar ya que los individuos elegidos se los obtiene por medio de referencias o por conveniencia; y a menos que la población sea homogénea no deberían ser utilizados.

Anexo A. 3 Muestreo Aleatorio Simple con o sin reposición

Un diseño muestral es aleatorio simple si todas las unidades muestrales tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. El muestreo aleatorio simple es la forma más sencilla de muestreo probabilístico y proporciona la base teórica de las formas más complejas.

En este tipo de diseño se debe:

- Disponer de una lista de los N integrantes de la población; siendo esta a su vez un limitante cuando no se dispone de la misma es imposible aplicar este tipo de muestreo.
- Seleccionar en forma aleatoria cada uno de los integrantes de la muestra

Existen dos formas de extraer una muestra aleatoria simple: con reemplazo, donde la misma unidad se puede incluir más de una vez en la muestra, y sin reemplazo, donde todas las unidades de la muestra son distintas.

Aunque los dos métodos son diferentes cuando N tiende al infinito o tan grande como para considerarse infinito entonces ambos métodos nos llevarán a las mismas conclusiones.

Veamos como ejemplo el plan de muestreo sin reposición:

$$P(S) = \begin{cases} \frac{1}{\binom{N}{n}} & \text{si } \#S = n \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

dónde:

$$\binom{N}{n} = \frac{n!}{N!(n-N)!}$$

$$\pi_k = \sum_{s \in S} p(s) = \sum_{k \in S} \binom{N}{n}^{-1} = \binom{N-1}{n-1} \binom{N}{n}^{-1} = \frac{n}{N}, \quad \forall k \in U$$

Probabilidades de inclusión de segundo orden

$$\pi_{k,l} = \sum_{s \in S} p(s) = \sum_{k,l \in S} \binom{N}{n}^{-1} = \binom{N-2}{n-2} \binom{N}{n}^{-1} = \frac{n(n-1)}{N(N-1)}, \quad \forall k \neq l, \in U$$

Ahora para este muestreo tanto con o sin reposición los estimadores vienen dados por las siguientes expresiones:

Total:

$$\hat{t} = N\bar{y}$$

Media

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i \in S} y_i$$

Donde la proporción es la media de una variable que toma valores cero o uno.

La estimación del error para estos estimadores sería:

Total

Muestreo con reposición

$$\hat{V}(\hat{t}) = N^2 \frac{s^2}{n}$$

Muestreo sin reposición

$$\hat{V}(\hat{t}) = N^2 \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{s^2}{n}$$

Media

Muestreo con reposición

$$\hat{V}(\bar{y}) = \frac{s^2}{n}$$

Muestreo sin reposición

$$\hat{V}(\bar{y}) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{s^2}{n}$$

Anexo A. 4 Muestreo Estratificado

La palabra estratificar proviene de la palabra latina que significa “formar capas”. Dividimos a la población en H subpoblaciones disjuntas, llamadas estratos.

Sea $U = \{1, \dots, k, \dots, N\}$ en H subpoblaciones, $U_h, h = 1, \dots, H$ y cuyos tamaños, en números de unidades cumplan la condición $\sum_{h=1}^H N_h = N$.

Los estratos no se traslapan es decir son entre ellos heterogéneos pero internamente uno espera que sean lo más homogéneos posibles; incluso si esta condición se cumple de manera exacta entonces solo necesitaríamos tomar una unidad como muestra de cada estrato.

Entre los objetivos de la estratificación se puede mencionar:

- Tomar en cuenta la información (complementaria) que permite dividir la población en estratos.
- Facilitar la administración del muestreo y reducir los costos.
- Hacer que todos los grupos estén representados en la muestra y proporcionar estimaciones de los parámetros para cada uno de ellos, a más de las estimaciones globales.

- Hacer que los estratos sean clases homogéneas, o por lo menos más homogéneas que la población global. Una estratificación adecuada (clases homogéneas) aumenta la precisión de los estimadores.

Entre las desventajas que presenta este tipo de muestreo se encuentra:

- La elección del tamaño de las muestras dentro de cada estrato para que el total sea n .
- La división en estratos en algunas poblaciones puede no ser sencilla.

Para elegir internamente dentro de cada estrato uno puede hacerlo proporcionalmente al tamaño del estrato; proporcionalmente a la variabilidad de la característica que estamos considerando o de tamaño fijo a cada estrato, en donde este último beneficia a los más pequeños y perjudica a los más grandes en precisión.

En una selección aleatoria dentro de cada estrato entonces su plan de muestreo sería:

Sea S_h una muestra aleatoria seleccionada en el estrato h , donde $p_h(s_h) = \Pr(S_h = s_h)$.

La muestra aleatoria total es $S = \bigcup_{h=1}^H S_h$. Además, de manera general s representa un posible valor de S donde $s = \bigcup_{h=1}^H s_h$.

El diseño muestral global es $p(\cdot)$ donde $p(s) = \Pr(S = s)$, como los estratos son independientes se tiene $p(s) = \prod_{h=1}^H p_h(s_h)$, $s = \bigcup_{h=1}^H s_h$

n_h representa el tamaño de la muestra en el estrato h , se tiene $\sum_{h=1}^H n_h = n$ donde n es el tamaño de la muestra.

Las probabilidades de inclusión si la unidad k se encuentra en el estrato h ,

$$\pi_k = \frac{n_h}{N_h}, k \in U_h.$$

Para calcular las probabilidades de segundo orden se tiene dos posibles casos:

- Las unidades k y l están en el mismo estrato

$$\pi_{kl} = \frac{n_h(n_h - 1)}{N_h(N_h - 1)}, k \text{ y } l \in U_h$$

- Las unidades k y l están en diferentes estratos

$$\pi_{kl} = \frac{n_h n_i}{N_h N_i}, k \in U_h \text{ y } l \in U_i$$

se logra

$$\Delta_{kl} = \begin{cases} \frac{n_h N_h - n_h}{N_h N_h} & \text{si } l = k, k \in U_h \\ -\frac{n_h(N_h - n_h)}{N_h^2(N_h - 1)} & \text{si } k \text{ y } l \in U_h, l \neq k \\ 0 & \text{si } k \in U_h \text{ y } l \in U_i, h \neq i \end{cases}$$

Los principales estimadores serian:

Total del estrato h

$$t_h = \sum_{i=1}^{N_h} y_{ih} \quad h = 1, 2, \dots, H$$

Total global

$$t = \sum_{h=1}^H t_h$$

Media del estrato h

$$\bar{y}_h = \frac{1}{N_h} t_h \quad h = 1, 2, \dots, H$$

Media global

$$\bar{y} = \frac{1}{N}t$$

Varianza dentro del estrato h

$$\sigma_h^2 = \frac{1}{N_h} \sum_{i=1}^{N_h} (X_{ih} - \mu_h)^2 \quad h = 1, 2, \dots, H$$

Varianza totales

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^{N_h} (X_{ih} - \mu)^2$$

Para poblaciones estratificadas también se define la varianza entra-clases o entra-estratos y la varianza inter clases o inter estratos.

La varianza entra-clases es una suma ponderada de las varianzas de los estratos:

$$\sigma_{intra}^2 = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^{N_h} (y_{ih} - \bar{y}_h)^2 = \sum_{h=1}^H \frac{N_h}{N} \sigma_h^2$$

La varianza inter clases es la varianza de las medias de los estratos:

$$\sigma_{inter}^2 = \sum_{h=1}^H \frac{N_h}{N} (\bar{y}_h - \bar{y})^2$$

Anexo A. 5 Muestreo por conglomerados

En el muestreo por conglomerados la población se divide en unidades o grupos generalmente llamados conglomerados (generalmente son unidades o áreas en las que se ha dividido la población) que deben ser lo más representativo posible de la población, es decir, deben representar heterogeneidad de la población objeto y ser entre sí homogéneos.

El empleo de conglomerados o áreas como unidades de muestreo se justifica por razones de economía en costo, en tiempo, en recursos, y en ciertos casos por la disminución de sesgos al facilitarse la supervisión.

La concentración de unidades disminuye la necesidad de desplazamiento. Pero lo más importante es que para efectuar un muestreo aleatorio simple es necesario disponer de una lista de todos los elementos de la población, y si se trata de muestreo aleatorio estratificado son necesarias listas de cada subpoblación o estrato. En la práctica no suele disponerse de tales listas, salvo en caso particulares y además resultaría muy costosa, difícil o excesivamente prolongada la confección del listado. Es preferible la división previa de la población en conglomerados o áreas, de los cuales se selecciona cierto número, para lo cual sólo necesitamos disponer de la lista de los conglomerados.

La población $U = \{1, \dots, k, \dots, N\}$ se divide en M subconjuntos, $U_i, i = 1, \dots, M$ llamados conglomerados

$$\bigcup_{i=1}^M U_i = U \text{ y } U_i \cap U_j = \emptyset, i \neq j$$

Sea N_i el tamaño del conglomerado i

$$\sum_{i=1}^M N_i = N$$

donde N es el tamaño de la población U .

La probabilidad de seleccionar un conglomerado es

$$\pi_{Ii} = \sum_{s_I \in i} p_I(s_I) \quad i = 1, \dots, M$$

La probabilidad de seleccionar dos conglomerados distintos es:

$$\pi_{Iij} = \sum_{s_I \in i, j} p_I(s_I) \quad i = 1, \dots, M, \quad j = 1, \dots, M, i \neq j$$

Si la unidad k está en el conglomerado i se tiene

$$\pi_k = \pi_{Ii}, k \in U_i$$

Para las probabilidades de inclusión de segundo orden hay que separar dos casos

- Si k y l están en el mismo conglomerado i

$$\pi_{kl} = \pi_{li}, k \text{ y } l \in U_i$$

- Si k y l no están en el mismo conglomerado respectivamente i y j

$$\pi_{kl} = \pi_{ij}, k \in U_i \text{ y } l \in U_j, i \neq j$$

Para estimar los principales parámetros se supondrá que todos los conglomerados son de igual tamaño, \bar{M} , de modo que $M = N\bar{M}$ es el número total de unidades.

Siendo y_{ij} el valor numérico definido en la j unidad del i conglomerado, se utilizará las siguientes notaciones:

Total del conglomerado i

$$t_i = \sum_j y_{ij}$$

Total general

$$t = \sum_i t_i = \sum_i \sum_j y_{ij}$$

Varianza

$$\sigma^2 = \frac{1}{NM} \sum_i \sum_j (y_{ij} - \bar{y})^2$$

donde:

\bar{y} es la media general

\bar{y}_i es la media del conglomerado

\bar{y} es la media entre conglomerados

Varianza dentro del conglomerado i

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{M} \sum_j (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$$

Varianza entre totales de conglomerados

$$\sigma_c^2 = \frac{1}{N} \sum_i (y_i - \bar{y})^2$$

Anexo A. 6 Muestreo Sistemático

Consiste en seleccionar aleatoriamente un cierto número “i” que designará, en una lista o población de N elementos, al primero que va a formar parte de la muestra; a continuación, de manera rígida o sistemática, se van tomando los elementos: i+k; i+2k; i+3k así hasta terminar los elementos de la lista i+(n-1)k.

El primer elemento se selecciona aleatoriamente entre el primero de la lista y el último y el número k resulta de dividir N/n.

Este tipo de muestreo se utiliza en poblaciones heterogéneas siempre y cuando no exista relación entre la variable a estudiar y la forma como se encuentra distribuida.

Esta forma de muestreo presenta como ventajas su facilidad para ser aplicado en terreno así como extiende la muestra a toda la población.

Y sus desventajas en cambio serian: el aumento en la varianza si existe periodicidad en la enumeración de los elementos produciéndose sesgo por selección.

Los estimadores para este tipo de selección son:

Total

$$\hat{t} = k \sum_{i=1}^n y_i$$

Media

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Anexo C - Algoritmo para minimizar el número de antenas. Programa zpl
Programa elaborado por la Doctora Sandra Gutiérrez.

```

param file := "datos.txt";
set I:={read file as "<2n>" match "^i"}; ####conjunto de antenas de demanda ####
#do print S;
set J:={read file as "<2n>" match "^j"}; #Conjunto antenas centros
set E:=I*J;
set K:=I union J;
param r:= 500;
param dist[I*J]:=
  |1, 2, 3, 4|
|1| 0 d12 d13 d14
|2| d12 0 d23 d24
|3| d13 d23 0 d24
|4| d14 d24 d23 0

#set N[<i> in I]:={<j> in J with dist[i,j]<=r};
####Variables
#var x[<i,j> in E] integer ==1 if dist[i,j]<=r else 0 end; (variable para antenas que
pertenecen al grupos cercano)
var x[<i,j> in E] binary;
var y[<j> in J] binary; (variable para centro)
####Modelo
minimize número_centros: sum<j> in J: y[j];
#subto agrupar_todos: forall<i> in I: sum<j> in N[i]:y[j]==1;
subto una_antena_a_un_centro:forall<i> in I: sum<j> in J: x[i,j]==1;
subto accesible_distancia_cercana:forall<i> in I:forall<j> in J: dist[i,j]*x[i,j]<=r;
subto asegurar_cobertura:forall<i> in I:forall<j> in J:y[j]-x[i,j]>=0;

```

Anexo D – Construcción de los grupos cercanos y alejados

Datos en archivo de Excel llamado distancias.

Zona	Grupo Antena	Con antena	Zona	Grupo Antena	Con antena
CENTRO	1	2	CENTRO	35	34
CENTRO	2	2	CENTRO	36	36
CENTRO	3	2	CENTRO	37	37
CENTRO	4	9	CENTRO	38	38
CENTRO	5	9	CENTRO	39	39
CENTRO	6	9	CENTRO	40	40
CENTRO	7	20	ELOY ALFARO	1	1
CENTRO	8	20	ELOY ALFARO	2	1
CENTRO	9	9	ELOY ALFARO	3	3
CENTRO	10	9	ELOY ALFARO	4	4
CENTRO	11	9	ELOY ALFARO	5	5
CENTRO	12	9	ELOY ALFARO	6	6
CENTRO	13	9	ELOY ALFARO	7	7
CENTRO	14	9	ELOY ALFARO	8	7
CENTRO	15	15	ELOY ALFARO	9	8
CENTRO	16	21	ELOY ALFARO	10	9
CENTRO	17	25	ELOY ALFARO	11	23
CENTRO	18	25	ELOY ALFARO	12	23
CENTRO	19	20	ELOY ALFARO	13	13
CENTRO	20	20	ELOY ALFARO	14	14
CENTRO	21	21	ELOY ALFARO	15	23
CENTRO	22	25	ELOY ALFARO	16	17
CENTRO	23	34	ELOY ALFARO	17	17
CENTRO	24	20	ELOY ALFARO	18	21
CENTRO	25	27	ELOY ALFARO	19	23
CENTRO	26	25	ELOY ALFARO	20	20
CENTRO	27	27	ELOY ALFARO	21	21
CENTRO	28	25	ELOY ALFARO	22	22

CENTRO	29	27	ELOY ALFARO	23	23
CENTRO	30	31	ELOY ALFARO	24	23
CENTRO	31	31	ELOY ALFARO	25	23
CENTRO	32	32	ELOY ALFARO	26	32
CENTRO	33	34	ELOY ALFARO	27	17
CENTRO	34	34	ELOY ALFARO	28	30
ELOY ALFARO	29	36	NORTE	11	9
ELOY ALFARO	30	30	NORTE	12	12
ELOY ALFARO	31	30	NORTE	13	10
ELOY ALFARO	32	32	NORTE	14	9
ELOY ALFARO	33	36	NORTE	15	9
ELOY ALFARO	34	17	NORTE	16	16
ELOY ALFARO	35	17	NORTE	17	16
ELOY ALFARO	36	36	NORTE	18	125
ELOY ALFARO	37	38	NORTE	19	27
ELOY ALFARO	38	38	NORTE	20	21
ELOY ALFARO	39	39	NORTE	21	21
ELOY ALFARO	40	36	NORTE	22	125
ELOY ALFARO	41	45	NORTE	23	27
ELOY ALFARO	42	42	NORTE	24	125
ELOY ALFARO	43	42	NORTE	25	119
ELOY ALFARO	44	42	NORTE	26	119
ELOY ALFARO	45	45	NORTE	27	27
ELOY ALFARO	46	46	NORTE	28	137
ELOY ALFARO	47	52	NORTE	29	29
ELOY ALFARO	48	36	NORTE	30	97
ELOY ALFARO	49	49	NORTE	31	27
ELOY ALFARO	50	50	NORTE	32	137
ELOY ALFARO	51	52	NORTE	33	119
ELOY ALFARO	52	52	NORTE	34	43
ELOY ALFARO	53	53	NORTE	35	27

NORTE	1	1	NORTE	36	29
NORTE	2	1	NORTE	37	138
NORTE	3	3	NORTE	38	35
NORTE	4	4	NORTE	39	92
NORTE	5	3	NORTE	40	92
NORTE	6	10	NORTE	41	92
NORTE	7	9	NORTE	42	97
NORTE	8	16	NORTE	43	43
NORTE	9	9	NORTE	44	45
NORTE	10	10	NORTE	45	138
NORTE	46	43	NORTE	82	119
NORTE	47	45	NORTE	83	119
NORTE	48	138	NORTE	84	97
NORTE	49	45	NORTE	85	74
NORTE	50	43	NORTE	86	74
NORTE	51	48	NORTE	87	35
NORTE	52	97	NORTE	88	138
NORTE	53	50	NORTE	89	27
NORTE	54	51	NORTE	90	92
NORTE	55	56	NORTE	91	92
NORTE	56	56	NORTE	92	148
NORTE	57	64	NORTE	93	97
NORTE	58	58	NORTE	94	48
NORTE	59	58	NORTE	95	45
NORTE	60	61	NORTE	96	92
NORTE	61	61	NORTE	97	97
NORTE	62	61	NORTE	98	97
NORTE	63	61	NORTE	99	96
NORTE	64	64	NORTE	100	119
NORTE	65	56	NORTE	101	48
NORTE	66	128	NORTE	102	157

NORTE	67	128		NORTE	103	157
NORTE	68	119		NORTE	104	115
NORTE	69	77		NORTE	105	51
NORTE	70	125		NORTE	106	112
NORTE	71	64		NORTE	107	112
NORTE	72	74		NORTE	108	112
NORTE	73	74		NORTE	109	115
NORTE	74	74		NORTE	110	129
NORTE	75	125		NORTE	111	129
NORTE	76	125		NORTE	112	112
NORTE	77	119		NORTE	113	125
NORTE	78	119		NORTE	114	125
NORTE	79	77		NORTE	115	125
NORTE	80	125		NORTE	116	116
NORTE	81	125		NORTE	117	74
NORTE	118	119		NORTE	154	157
NORTE	119	119		NORTE	155	157
NORTE	120	119		NORTE	156	156
NORTE	121	74		NORTE	157	157
NORTE	122	125		NORTE	158	51
NORTE	123	125		NORTE	159	159
NORTE	124	125		NORTE	154	157
NORTE	125	125		NORTE	155	157
NORTE	126	74		NORTE	156	156
NORTE	127	112		NORTE	157	157
NORTE	128	128		NORTE	158	51
NORTE	129	128		NORTE	159	159
NORTE	130	27				
NORTE	131	128				
NORTE	132	29				
NORTE	133	77				

NORTE	134	141			
NORTE	135	16			
NORTE	136	138			
NORTE	137	138			
NORTE	138	138			
NORTE	139	35			
NORTE	140	141			
NORTE	141	141			
NORTE	142	141			
NORTE	143	141			
NORTE	144	92			
NORTE	145	138			
NORTE	146	48			
NORTE	147	45			
NORTE	148	92			
NORTE	149	148			
NORTE	150	148			
NORTE	151	148			
NORTE	152	92			
NORTE	153	48			

Anexo E – Selección de la muestra.

Grupos antenas		Con antena	Sin antena	Seleccionadas	
				Con antena	Sin antena
CENTRO	2				
CENTRO	9				
CENTRO	15				
CENTRO	20	(1)	(1,2)	1	2
CENTRO	21				
CENTRO	25				
CENTRO	27	(1,2)	(1)	2	1
CENTRO	31				
CENTRO	32				
CENTRO	34				
CENTRO	36	(1,2,3)	(1)	1	1
CENTRO	37				
CENTRO	38				
CENTRO	39				
CENTRO	40				
ELOY ALFARO	1				
ELOY ALFARO	2				
ELOY ALFARO	3				
ELOY ALFARO	4				
ELOY ALFARO	5				
ELOY ALFARO	6	(1,2)	(1,2)	1	2
ELOY ALFARO	7				
ELOY ALFARO	8				
ELOY ALFARO	9				
ELOY ALFARO	10				
ELOY ALFARO	13				

ELOY ALFARO	14	(1,2)	(1)	1	1
ELOY ALFARO	17				
ELOY ALFARO	20				
ELOY ALFARO	21				
ELOY ALFARO	22				
ELOY ALFARO	23				
ELOY ALFARO	30	(1,2)	(1,2)	2	2
ELOY ALFARO	32				
ELOY ALFARO	36				
ELOY ALFARO	38				
ELOY ALFARO	39				
ELOY ALFARO	42				
ELOY ALFARO	45				
ELOY ALFARO	46				
ELOY ALFARO	49				
ELOY ALFARO	50				
ELOY ALFARO	52				
ELOY ALFARO	53				
NORTE	1				
NORTE	3				
NORTE	4				
NORTE	9				
NORTE	10				
NORTE	12				
NORTE	16				
NORTE	21				
NORTE	27				
NORTE	29				
NORTE	39				
NORTE	35				
NORTE	43				

NORTE	45				
NORTE	48				
NORTE	50				
NORTE	51				
NORTE	53				
NORTE	56				
NORTE	58				
NORTE	61				
NORTE	74				
NORTE	77				
NORTE	92				
NORTE	96				
NORTE	97				
NORTE	112				
NORTE	115				
NORTE	116				
NORTE	119				
NORTE	125				
NORTE	128				
NORTE	129				
NORTE	137				
NORTE	138				
NORTE	141				
NORTE	148				
NORTE	156				
NORTE	157				
NORTE	159				
NORTE	1				
NORTE	3				
NORTE	4				
NORTE	9				

NORTE	10				
NORTE	12				
NORTE	16				
NORTE	21				
NORTE	27				
NORTE	29				
NORTE	39				
NORTE	35				
NORTE	43				
NORTE	45				
NORTE	48	(1,2)	(1)	1	1
NORTE	50				
NORTE	51				
NORTE	53				
NORTE	56				
NORTE	58				
NORTE	61				
NORTE	74				
NORTE	77				
NORTE	92				
NORTE	96				
NORTE	97	(1,2)	(1,2,3)	2	3
NORTE	112				
NORTE	115				
NORTE	116				
NORTE	119				
NORTE	125				
NORTE	128				
NORTE	129				
NORTE	137				
NORTE	138				

NORTE	141				
NORTE	148				
NORTE	156	(1)	(1)	1	1
NORTE	157				
NORTE	159				

Anexo F – Encuesta SDQ para padre de 4 a 11 años.

Por favor coloque una cruz en el cuadro que usted cree que corresponde a cada una de las preguntas: Falso, Algo cierto, Totalmente cierto. Nos sería de gran ayuda si respondiese a todas las preguntas lo mejor que pudiera, aunque no esté completamente seguro/a de la respuesta, o le parezca una pregunta rara. Por favor, responda a las preguntas basándose en el comportamiento de su hijo/a durante los últimos seis meses.

Género: 1. Hombre 2. Mujer

Fecha de nacimiento:.....

	Falso	Algo cierto	Totalmen te cierto
Tiene en cuenta los sentimientos de otras personas			
Es inquieto/a, hiperactivo/a, no puede permanecer quieto/a por mucho tiempo			
Se queja con frecuencia de dolor de cabeza, de estómago o de náuseas			
Comparte frecuentemente con otros niños/as chucherías, juguetes, lápices, etc.			
Frecuentemente tiene rabietas o mal genio			
Es más bien solitario/a y tiende a jugar solo/a			
Por lo general es obediente, suele hacer lo que le piden los adultos			
Tiene muchas preocupaciones, a menudo parece inquieto/a o preocupado/a			
Ofrece ayuda cuando alguien resulta herido, disgustado, o enfermo			
Está continuamente moviéndose y es revoltoso			
Tiene por lo menos un/a buen/a amigo/a			
Pelea con frecuencia con otros niños/as o se mete con ellos/ellas			
Se siente a menudo infeliz, desanimado o lloroso			
Por lo general cae bien a los otros niños/as			
Se distrae con facilidad, su concentración tiende a dispersarse			
Es nervioso/a o dependiente ante nuevas situaciones, fácilmente pierde la confianza en sí mismo/a			
Trata bien a los niños/as más pequeños/as			
A menudo miente o engaña			
Los otros niños se meten con él/ella o se burlan de él/ella			
A menudo se ofrece para ayudar (a padres, maestros, otros niños)			
Piensa las cosas antes de hacerlas			
Roba cosas en casa, en la escuela o en otros sitios			
Se lleva mejor con adultos que con otros niños/as			
Tiene muchos miedos, se asusta fácilmente			

Termina lo que empieza, tiene buena concentración			
---	--	--	--

P2.- Tiene Ud. algún comentario o preocupación en particular que quiera plantear.....

.....

.....

.....

P3.- Su niño se encontró expuesto en un día normal a:

P4.- Tiempo aproximado que se encontró expuesto a dicho cambio

P5.- Ha notado algún cambio: cansancio, cambio de humor, mareos, dolor en cualquier parte de su cuerpo

P6.- Por favor describa que noto de cambio

	P3. Exposición	P4. Tiempo en minutos	P5. Noto algún cambio	P6. Descripción
Televisión	1. Si 2. No		1. Si 2. No	
Video juegos	1. Si 2. No		1. Si 2. No	
Play station	1. Si 2. No		1. Si 2. No	
Computadora	1. Si 2. No		1. Si 2. No	
Internet	1. Si 2. No		1. Si 2. No	

Anexo G – Encuesta SDQ para niños de 4 a 11 años.

Por favor, ponga una cruz en el cuadro que usted cree que corresponde a cada una de las preguntas: Falso, Algo cierto, Totalmente cierto. Nos sería de gran ayuda si respondiese a todas las preguntas lo mejor que pudiera, aunque no esté completamente seguro/a de la respuesta, o le parezca una pregunta rara. Por favor, responda a las preguntas basándose en el comportamiento de su hijo/a durante los últimos seis meses.

Género: 1. Hombre 2. Mujer

Fecha de nacimiento:.....

	Falso	Algo cierto	Totalment e cierto
Tengo en cuenta los sentimientos de otras personas			
Soy inquieto/a, hiperactivo/a, no puedo permanecer quieto por mucho tiempo			
Suelo tener muchos dolores de cabeza, de estómago o náuseas			
Normalmente comparto con otros niños/as mis juguetes, lápices, etc.			
Cuando me enfado, me enfado mucho y pierdo el control			
Prefiero estar solo/a que con gente de mi edad			
Por lo general soy obediente			
Por lo general estoy preocupado/a			
Ayudo si alguien está herido, disgustado, o enfermo			
Estoy todo el tiempo moviéndome, me muevo demasiado			
Tengo un/a buen/a amigo/a			
Peleo con frecuencia con otros, manipulando a los demás			
Me siento a menudo triste, desanimado o con ganas de llorar			
Por lo general caigo bien a otra gente de mi edad			
Me distraigo con facilidad me cuesta concentrarme			
Me pongo nervioso/a con las situaciones nuevas, fácilmente pierde la confianza en mí mismo/a			
Trato bien a los niños/as más pequeños/as			
A menudo me acusan de mentir o hacer trampas			
Otra gente de mi edad se mete conmigo o se burlan de mí			
A menudo me ofrezco para ayudar (a padres, maestros, otros niños)			
Pienso las cosas antes de hacerlas			
Cojo cosas que no son mías en casa, en la escuela o en otros sitios			
Me llevo mejor con adultos que con otros de mi edad			
Tengo muchos miedos, me asusto fácilmente			

Termino lo que empiezo, tengo buena concentración			
---	--	--	--

P2.- Tiene Ud. algún comentario o preocupación en particular que quiera plantear.....

.....

.....

P3.- Su niño se encontró expuesto en un día normal a:

P4.- Tiempo aproximado que se encontró expuesto a dicho cambio

P5.- Ha notado algún cambio: cansancio, cambio de humor, mareos, dolor en cualquier parte de su cuerpo

P6.- Por favor describa que noto de cambio

	P3. Exposición	P4. Tiempo en minutos	P5. Noto algún cambio	P6. Descripción
Televisión	1. Si 2. No		1. Si 2. No	
Video juegos	1. Si 2. No		1. Si 2. No	
Play station	1. Si 2. No		1. Si 2. No	
Computadora	1. Si 2. No		1. Si 2. No	
Internet	1. Si 2. No		1. Si 2. No	

Anexo H – Encuesta SDQ para maestros de 4 a 11 años.

Por favor, ponga una cruz en el cuadro que usted cree que corresponde a cada una de las preguntas: Falso, Algo cierto, Totalmente cierto. Nos sería de gran ayuda si respondiese a todas las preguntas lo mejor que pudiera, aunque no esté completamente seguro/a de la respuesta, o le parezca una pregunta rara. Por favor, responda a las preguntas basándose en el comportamiento de su hijo/a durante los últimos seis meses.

Género: 1. Hombre 2. Mujer

Fecha de nacimiento:.....

	Falso	Algo cierto	Totalme nte cierto
Tiene en cuenta los sentimientos de otras personas			
Es inquieto/a, hiperactivo/a, no puede permanecer quieto/a por mucho tiempo			
Se queja con frecuencia de dolor de cabeza, de estómago o de náuseas			
Comparte frecuentemente con otros niños/as chucherías, juguetes, lápices, etc.			
Frecuentemente tiene rabietas o mal genio			
Es más bien solitario/a y tiende a jugar solo/a			
Por lo general es obediente, suele hacer lo que le piden los adultos			
Tiene muchas preocupaciones, a menudo parece inquieto/a o preocupado/a			
Ofrece ayuda cuando alguien resulta herido, disgustado, o enfermo			
Está continuamente moviéndose y es revoltoso			
Tiene por lo menos un/a buen/a amigo/a			
Pelea con frecuencia con otros niños/as o se mete con ellos/ellas			
Se siente a menudo infeliz, desanimado o lloroso			
Por lo general cae bien a los otros niños/as			
Se distrae con facilidad, su concentración tiende a dispersarse			
Es nervioso/a o dependiente ante nuevas situaciones, fácilmente			
Trata bien a los niños/as más pequeños/as			
A menudo miente o engaña			
Los otros niños se meten con él/ella o se burlan de él/ella			
A menudo se ofrece para ayudar (a padres, maestros, otros niños)			
Piensa las cosas antes de hacerlas			
Roba cosas en casa, en la escuela o en otros sitios			
Se lleva mejor con adultos que con otros niños/as			
Tiene muchos miedos, se asusta fácilmente			

Termina lo que empieza, tiene buena concentración			
---	--	--	--

P2.- Tiene Ud. algún comentario o preocupación en particular que quiera plantear.....
.....
.....
.....
.....
.....

Anexo I –Método de Bootstrap para proporción de niños y adolescentes con problemas de conducta.

En el archivo de Excel llamado SDQ2 Tesis Bootstrap se puede revisar los cálculos realizados para obtener los siguientes resultados:

	Con Antena	Sin Antena
Número de muestras	1000	1000
θ_{BS}	32%	12%
Varianza de Bootstrap	0,080%	0,027%
Desviación Estándar	2,822%	1,655%
Intervalo de confianza Bootstrap	32%±1,645(0,0829)	12%±1,645(0,0165)

Anexo J – Tabulación de la encuesta SDQ aplicada a niños y adolescentes de 4 a 16 años.

Las tablas se pueden ver en el archivo de Excel Tabulación de la base.

		Antena			
		Sin Antena		Con Antena	
		Recuento	% del N de la columna	Recuento	% del N de la columna
Persona entrevistada	Niños de 11 a 16 años	301	59,8%	212	75,9%
	Padres de 4 a 8 años	177	35,3%	65	23,3%
	Maestros de 4 a 8 años	25	5,0%	2	,8%
Rango de edad	4 a 13	374	74,4%	216	77,6%
	14 a 16	129	25,6%	63	22,4%
Genero	Hombre	206	41,0%	80	28,6%
	Mujer	297	59,0%	199	71,4%

		Antena			
		Sin Antena		Con Antena	
		Recuento	% del N de la columna	Recuento	% del N de la columna
Tiene en cuenta los sentimientos de otras personas :	Falso	25	4,9%	29	10,5%
	Algo cierto	182	36,1%	83	29,7%
	Totalmente cierto	297	59,0%	167	59,8%
Es inquieto/a, hiperactivo/a, no puede permanecer quieto/a por mucho tiempo' :	Falso	177	35,2%	99	35,5%
	Algo cierto	205	40,7%	108	38,8%
	Totalmente cierto	121	24,1%	72	25,7%
Se queja con frecuencia de dolor de cabeza, de estómago o de náuseas' :	Falso	344	68,3%	148	53,1%
	Algo cierto	111	22,0%	96	34,4%
	Totalmente cierto	49	9,7%	35	12,5%
Comparte frecuentemente con otros niños/as chucherías, juguetes, lápices, etc' :	Falso	35	6,9%	55	19,6%
	Algo cierto	213	42,3%	115	41,2%
	Totalmente cierto	256	50,8%	109	39,2%
Frecuentemente tiene rabieta o mal genio :	Falso	233	46,3%	88	31,6%
	Algo cierto	190	37,7%	96	34,6%
	Totalmente cierto	79	15,7%	94	33,8%
Es más bien solitario/a y tiende a jugar solo/a :	0	33	6,5%	0	,0%
	Falso	331	65,8%	147	52,6%
	Algo cierto	93	18,5%	85	30,6%
	Totalmente cierto	46	9,2%	47	16,8%
Por lo general es	Falso	38	7,5%	50	17,8%

obediente, suele hacer lo que le piden los adultos' :	Algo cierto	238	47,3%	108	38,9%
	Totalmente cierto	228	45,3%	121	43,3%
Tiene muchas preocupaciones, a menudo parece inquieto/a o preocupado/a' :	Falso	203	40,4%	91	32,7%
	Algo cierto	182	36,3%	127	45,5%
	Totalmente cierto	117	23,3%	61	21,8%
Ofrece ayuda cuando alguien resulta herido, disgustado, o enfermo' :	Falso	25	5,0%	32	11,6%
	Algo cierto	203	40,3%	108	38,9%
	Totalmente cierto	275	54,6%	138	49,6%
Está continuamente moviéndose y es revoltoso' :	Falso	212	42,1%	116	41,4%
	Algo cierto	177	35,2%	89	31,9%
	Totalmente cierto	114	22,7%	75	26,7%
Tiene por lo menos un/a buen/a amigo/a' :	Falso	28	5,6%	47	16,8%
	Algo cierto	123	24,4%	66	23,8%
	Totalmente cierto	352	70,0%	166	59,4%
Pelea con frecuencia con otros niños/as o se mete con ellos/ellas' :	Falso	342	67,9%	163	58,4%
	Algo cierto	129	25,6%	70	24,9%
	Totalmente cierto	32	6,5%	46	16,6%
Se siente a menudo infeliz, desanimado o lloroso' :	Falso	305	60,6%	154	55,1%
	Algo cierto	117	23,3%	77	27,6%
	Totalmente cierto	81	16,1%	48	17,3%
Por lo general cae bien a los otros niños/as' :	Falso	31	6,1%	56	20,0%
	Algo cierto	209	41,5%	97	34,6%
	Totalmente cierto	263	52,4%	127	45,4%
Se distrae con facilidad, su concentración tiende a dispersarse' :	Falso	143	28,5%	104	37,3%
	Algo cierto	248	49,4%	97	34,8%
	Totalmente cierto	111	22,2%	78	27,9%
Es nervioso/a o dependiente ante nuevas situaciones, fácilmente pierde la confianza en sí mismo/a' :	Falso	170	33,8%	108	38,6%
	Algo cierto	234	46,6%	115	41,1%
	Totalmente cierto	99	19,6%	57	20,3%
Trata bien a los niños/as más pequeños/as' :	Falso	23	4,6%	26	9,2%
	Algo cierto	144	28,7%	90	32,3%
	Totalmente cierto	335	66,7%	163	58,5%
A menudo miente o engaña' :	Falso	319	63,4%	138	49,3%
	Algo cierto	145	28,8%	90	32,3%
	Totalmente cierto	40	7,9%	51	18,4%
Los otros niños se meten con él/ella o se burlan de él/ella' :	Falso	338	67,2%	167	59,7%
	Algo cierto	106	21,1%	66	23,8%
	Totalmente cierto	59	11,7%	46	16,4%
A menudo se ofrece para ayudar (a padres, maestros, otros niños)' :	Falso	41	8,1%	37	13,1%
	Algo cierto	232	46,0%	112	40,3%
	Totalmente cierto	231	45,9%	130	46,6%

Piensa las cosas antes de hacerlas :	Falso	44	8,8%	41	14,8%
	Algo cierto	240	47,8%	111	39,7%
	Totalmente cierto	218	43,4%	127	45,4%
Roba cosas en casa, en la escuela o en otros sitios' :	Falso	458	91,0%	210	75,3%
	Algo cierto	36	7,1%	38	13,5%
	Totalmente cierto	10	1,9%	31	11,3%
Se lleva mejor con adultos que con otros niños/as :	Falso	261	51,8%	152	54,6%
	Algo cierto	177	35,2%	90	32,2%
	Totalmente cierto	65	13,0%	37	13,2%
Tiene muchos miedos, se asusta fácilmente' :	Falso	262	52,0%	127	45,6%
	Algo cierto	176	34,9%	94	33,6%
	Totalmente cierto	66	13,1%	58	20,8%
Termina lo que empieza, tiene buena concentración' :	Falso	63	12,6%	43	15,3%
	Algo cierto	248	49,3%	129	46,2%
	Totalmente cierto	192	38,2%	107	38,5%

-
- [11] Särndal C, Swensson, B., & Wretman, J. (1992). *Model assisted survey sampling* New York (etc): Springer.
- [12] Bradley Efron, RJ Tibshirani.;(1994). *An Introduction to the Bootstrap*, Chapman & Hall/CRC Monographs on Statistics & Applied Probability.
- [13] Castillo Cabay Luis,(2010). *Comparación de distribuciones estadísticas para tiempos de espera en Neurobiología*, Mexico Guanajato.
- [14] Lema Daniel (2011). *Evaluación de Impacto Económico de Programas- Análisis básico de los efectos de tratamiento*. Econometría Aplicada UCEMA.
- [15] Katchova Ani (2013). *Propensity Score Matching*, Revisado 09 de marzo del 2015, <https://www.youtube.com/watch?v=-0HVGe0LKLo>.
- [16] Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, (2011). *Plan de desarrollo 2012-2022*; http://www.centroculturalquito.com/imagesFTP/13644.Plan_de_Development_Local_2012_2022.pdf
- [17] Anexo B Mapa de Ubicación de Antenas Celulares con número de antenas en cada administración zonal.
- [18] CNIE, Ministerio de Educación, 4 de marzo de 2015, Archivo maestro de instituciones educativas, Recuperado 1 de noviembre de 2014, http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fweb.educacion.gob.ec%2FCNIE%2F&ei=4qH3VMafLMKZgwTzjiL4Bw&usq=AFQjCNGvblWzMy6hBhds_RsmDby-VfJUHq&bvm=bv.87519884.d.eXY.
- [19] SDQ, creado el 29 de octubre del 2014 y recuperado el 10 de octubre del 2014, <http://sdqinfo.com>

REFERENCIAS

- [1] Maloney D. P., O'Kuma T. L., Hieggelke C. J., Van Heuvelen. *Surveying students's conceptual knowledge of electricity and magnetism*. Phys. Educ. Res. Am. J. Phys. Suppl. 69 (7) July 2001, pp. S12-S23.
- [2] Manzetti Sergio, *Global electromagnetic toxicity and frequency-induced diseases*. Pathophysiology, Abril 2012, pp 185 – 191
- [3] Freire C, (14 de 07 de 2012), Electricidad, Recuperado el 2014 de 08 de 11, de Historia de la electricidad:
http://recursostic.educacion.es/eda/web/tic_2_0/informes/perez_freire_carlos/temas/personajes.htm.
- [4] Osmo Hänninen, Reijo Ekman, *Electromagnetic irradiation exposure and its bioindication*, [Journal of Environmental Sciences Volume 23, Issue 9](#), Septiembre 2011, Pages 1409–1414
- [5] Johansson, O. (2006). Hipersensibilidad Eléctrica: *Conocimiento actualizado de una discapacidad funcional*, *Electromagnetic Biology and Medicine*, 25: 245–258
- [6] Milhan Sam (2010). *Electricidad sucia: Electrificación y las enfermedades de la civilización*, Universe 1663 Liberty Drive Blooming, IN 47403.
- [7] Thomas S, Heinrich S, Von Kries R, K Randon, (2010). *Problemas de comportamiento en Baviera por la exposición a radiofrecuencia y campos electromagnéticos*.
- [8] Saraví F. (2007). *Telefonía móvil (celular) y Salud Humana*, Facultad de ciencias Medicas Uncuyo, Vol 3, No 1 2007.
- [9] William G Cochran (2004). *Técnicas de muestreo*, edición 6 impresión, compañía Editorial Continental, pp53.
- [10] Sharon L. Lohr, Oscar Alfredo tr Palmas Velasco, Carlos rev. téc Martínez Reyes (2000). *Muestreo Diseño y Análisis*, S.A. Ediciones Paraninfo.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA MATEMÁTICA

ORDEN DE EMPASTADO

De acuerdo a lo estipulado en el artículo 83 del Reglamento del Sistema de Estudios de las Carreras de Formación Profesional y de Postgrados, aprobado por el Consejo Politécnico en sesión del 16 de agosto del 2011 y una vez verificado el cumplimiento del formato de presentación establecido, se autoriza la impresión y encuadernación final del Proyecto de Titulación presentado por la señora **MARGARITA ELIZABETH SÁNCHEZ GRANDA**.

Fecha de autorización: Quito, D.M., 10 de noviembre de 2015.

Una firma manuscrita en azul que se superpone a un sello circular de la Facultad de Ciencias. El sello contiene el escudo de la institución y el texto "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" y "FACULTAD DE CIENCIAS".

Dr. Cristian Santacruz
DECANO (S)
FACULTAD DE CIENCIAS