Appendice L. I gradi di protezione degli involucri
Appendix L. Degrees of protection provided by enclosures

Di seguito vengono analizzate le normative di riferimento che specificano i gradi di protezione degli involucri per materiali ed apparecchiature elettriche sia per il mercato europeo che per quello nord americano con lo scopo di cercare di chiarire la definizione dei gradi di protezione e una correlazione, se possibile, fra i requisiti europei e quelli americani.
Herewith will be analysed all the reference standards specifying the degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment and materials both for the European and for the North American markets, with the aim of clarifying the definition of the degrees of protection and a correlation, if possible, between the European and the American requirements.

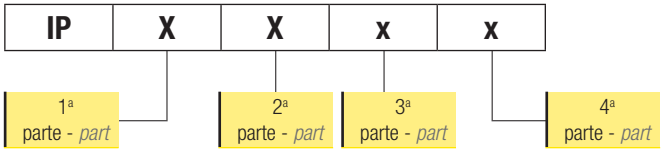
L.1 Grado di protezione IP
Degree of protection IP

La norma europea EN 60529 e la norma tedesca DIN 40050 Parte 9 costituiscono, in combinazione, un documento esaustivo per quel che riguarda i gradi di protezione degli involucri. L'obiettivo di queste norme è quello di:
1) Definire i gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche in relazione a:
   a) Protezione di persone contro il contatto con parti pericolose all'interno degli involucri;
   b) Protezione delle apparecchiature contenute negli involucri contro l'ingresso di corpi solidi;
   c) Protezione delle apparecchiature contenute negli involucri contro l'ingresso dannoso dell'acqua.
2) Designare e classificare i gradi di protezione.
3) Stabilire i requisiti per ciascuna designazione.
4) Definire le prove di verifica.

Queste norme classificano i gradi di protezione degli involucri attraverso il codice IP. Il codice IP (International Protection oppure Ingress Protection) è costituito da 4 parti caratteristiche che identificano e caratterizzano il grado di protezione di un involucro.

The European EN 60529 standard and the German DIN 40050 standard, part 9, are, combined, an exhaustive document as concerns the degrees of protection provided by enclosures. The object of this standard is to give:
1) Definitions for the degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment as regards:
   a) Protection of persons against contact with hazardous parts inside the enclosures;
   b) Protection of the equipment inside the enclosures against ingress of solid foreign objects;
   c) Protection of the equipment inside the enclosures against the harmful effects due to the ingress of water.
2) Designations and classification for the degrees of protection
3) Requirements for each designation
4) Tests to be performed

These Standards classify the degree of protection of the enclosures with the IP code. The IP code (International Protection or Ingress Protection) is made by 4 parts which identify and characterize the degree of protection provided by the enclosure.



Prima parte, indica la protezione dell'individuo contro la penetrazione di corpi solidi e contro l'accesso anche attraverso attrezzi impugnati da una persona.
First part *indicates the protection of the equipment against the ingress of solid foreign objects and the protection against access to hazardous parts also by means of tools in the hands of a person.*

Tabella L.1. Definizione della prima parte del codice IP
Table L.1. Definition of the first part of the IP code

Livello *Level*	Definizione *Definition*	Effetti *Effects*
IP0_	Non protetto. *Non-protected.*	Non protetto. *Non- protected.*
IP1_	Protetto contro corpi solidi di diametro ≥ 50 mm. *Protected against solid foreign objects ≥ 50 mm in diameter.*	Protetto contro l'accesso col dorso della mano. *Protected against access with the back of hand.*
IP2_	Protetto contro corpi solidi di diametro ≥ 12,5 mm. *Protected against solid foreign objects ≥ 12,5 mm in diameter.*	Protetto contro l'accesso con un dito. *Protected against access with a finger.*
IP3_	Protetto contro corpi solidi di diametro ≥ 2,5 mm. *Protected against solid foreign objects ≥ 2,5 mm in diameter.*	Protetto contro l'accesso con un utensile, per esempio un cacciavite. *Protected against access with a tool, for instance with a screwdriver.*
IP4_	Protetto contro corpi solidi di diametro ≥ 1 mm. *Protected against solid foreign objects ≥ 1 mm in diameter.*	Protetto contro l'accesso con un filo. *Protected against access with a wire.*
IP5_	Protetto parzialmente contro la polvere. La penetrazione non è totalmente esclusa, ma essa non deve inficiare il buon funzionamento dell'apparecchiatura o pregiudicarne la sicurezza. *Partially dust-protected. Ingress of dust is not totally prevented, but the dust must not enter in sufficient quantity to interface with satisfactory operation of the equipment or compromise its safety.*	Protetto parzialmente contro l'accesso di polvere o di un filo sottile. *Ingress of dust is not totally prevented, protected against access with a thin wire.*
IP6_	Protetto totalmente contro la polvere. Dust-tight. *Protection against ingress of dust.*	Totalmente protetto dalla polvere. *No ingress of dust, complete protection against contact (dust tight).*

Seconda parte, indica il grado di protezione contro gli effetti dannosi sull'apparecchiatura dovuti alla penetrazione di acqua nell'involucro. Se non è prevista protezione contro l'ingresso di acqua la cifra deve essere sostituita dalla lettera X. Questa parte può essere costituita da livelli aggiuntivi presenti nella norma DIN 40050-9.
Second part *indicates the degree of protection against the harmful effects due to the ingress of water inside the enclosure. If a protection against the ingress of water is not foreseen, the characteristic numeral must be replaced by letter X. This part may consist of additional levels contained in the DIN 40050-9 standard.*

Tabella L.2. Definizione della seconda parte del codice IP
Table L.2. Definition of the second part of the IP code

Livello *Level*	Definizione *Definition*	Norma *Standard*
IP_0	Non protetto. *Non-protected.*	EN 60529, DIN 40050-9
IP_1	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua. *Protected against the vertical water dripping.*	EN 60529, DIN 40050-9
IP_2	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua con inclinazione dell'involucro fino a 15°. *Protected against the water dripping when the enclosure is tilted at an angle up to to 15°.*	EN 60529, DIN 40050-9
IP_3	Protetto contro la pioggia (con inclinazione dell'involucro fino a 60°). *Protected against rain (enclosure tilted up to 60°).*	EN 60529, DIN 40050-9
IP_4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua (acqua spruzzata da tutte le direzioni). *Protected against spraying (water sprayed from any direction).*	EN 60529, DIN 40050-9
IP_4K	Protetto contro gli spruzzi d'acqua ad alta pressione (da tutte le direzioni). *Protected against high-pressure water spray (from any direction).*	DIN 40050-9
IP_5	Protetto contro i getti d'acqua (da tutte le direzioni). *Protected against water jets (from any direction).*	EN 60529, DIN 40050-9
IP_6	Protetto contro i getti d'acqua potenti (da tutte le direzioni). *Protected against powerful water jets (from any direction).*	EN 60529, DIN 40050-9
IP_6K	Protetto contro i getti d'acqua potenti ad alta pressione (acqua in getto potente da tutte le direzioni). *Protected against powerful high-pressure jetting (from any direction).*	DIN 40050-9
IP_7	Protetto contro gli effetti dell'immersione temporanea (fino a 1 m). *Protected against the effects of temporary immersion (up to 1 m).*	EN 60529, DIN 40050-9
IP_8	Protetto contro gli effetti dell'immersione continua (oltre 1 m). *Protected against the effects of continuous immersion (beyond 1 m).*	EN 60529, DIN 40050-9
IP_9K	Protetto contro getti di lavaggio ad alta pressione o vapore acqueo (da tutte le direzioni). *Protected against high-pressure jets or steam (from any direction).*	DIN 40050-9

L'integrazione con la norma DIN consente designazioni aggiuntive che permettono di identificare prodotti con elevati standard qualitativi, quali per esempio le guaine plastiche corrugate di protezione per cavi e relativa raccorderia. La prova mediante getto ad alta pressione (circa 80 bar) consente di definire il prodotto conforme al grado di protezione IP 69K (6 = protezione totale contro la polvere e l'accesso mediante un filo, 9K = protezione contro gli effetti dannosi di getti d'acqua di lavaggio ad alta pressione).
The integration with DIN standard allows additional designations which permit to identify the products with high qualitative standards, such as the corrugated plastic conduits for the protection of cables and pertinent fittings. The test with high-pressure jets (about 80 bar) permits to define the product as IP 69K degree of protection (6 = total protection against dust and access with a wire, 9K = Protection against the harmful effects due to the high-pressure jets).

Terza parte, è la prima lettera addizionale ed indica il grado di protezione contro l'accesso umano a parti pericolose. Essa viene utilizzata nel caso in cui la protezione contro l'accesso a parti pericolose da parte delle persone è effettivamente superiore a quella indicata dalla prima parte, quando quindi non vi è corrispondenza tra il grado di protezione delle persone contro l'accesso a parti pericolose e il grado di protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei; oppure quando non è indicato il grado di protezione contro l'ingresso di corpi solidi (quindi la prima parte è sostituita da una X) ma solo il grado di protezione contro l'accesso umano.
Third part *is the first additional letter and indicates the degree of protection for persons against the access to hazardous parts. It is used when the protection for persons against access to hazardous parts is higher than the one indicated by the first part, usually when there is no coincidence between the degree of protection for persons and the degree of protection against the ingress of solid foreign objects; when the degree of protection against solid foreign objects is not indicated (the first part is replaced by a X), but only the degree of protection for persons.*

Tabella L.3. Definizione della terza parte del codice IP
Table L.3. Definition of the third part of the IP code

Livello *Level*	Definizione *Definition*
a	Protetto contro l'accesso col dorso della mano. *Protected against access with the back of hand.*
b	Protetto contro l'accesso con un dito. *Protected against access with a finger.*
c	Protetto contro l'accesso con un utensile, per esempio un cacciavite. *Protected against access with a tool, for instance with a screwdriver.*
d	Protetto contro l'accesso con un filo. *Protected against access with a wire.*

Quarta parte, dopo la seconda cifra caratteristica o dopo la lettera supplementare, può essere presente una lettera addizionale che fornisce informazioni ulteriori sulla protezione del materiale.
Fourth part, after the second part or after the supplementary letter, an additional letter can be appended to provide further information related to the protection of the device.

Tabella L.4. Definizione della quarta parte del codice IP
Table L.4. Definition of the fourth part of the IP code

Livello *Level*	Definizione *Definition*
f	Resistente agli olii. *Oil resistant.*
H	Apparecchiatura ad alta tensione. *High-voltage equipment.*
M	Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso di acqua quando le sue parti sono in movimento. *Tested against the harmful effects due to the ingress of water when its movable parts are in motion.*
S	Provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso di acqua quando le sue parti non sono in movimento. *Tested against the harmful effects due to the ingress of water when its movable parts are not in motion.*
W	Adatto all'uso in condizioni atmosferiche specifiche e dotato di misure o procedimenti protettivi addizionali. *Suitable for use under specific atmospheric conditions and provided with additional protective measures or proceedings.*

L.2 Grado di protezione NEMA
Degree of protection NEMA

Negli Stati Uniti d'America il grado di protezione degli involucri viene definito attraverso il "Type" (tipo di involucro) in accordo alla classificazione NEMA (National Electrical Manufacturers Association). Quest'ultima, a differenza delle prescrizioni delle norme europee, include condizioni specifiche quali la corrosione, la ruggine, il ghiaccio, gli olii e i fluidi refrigeranti; la classificazione NEMA prende inoltre in considerazione usi in ambienti interni, esterni e in zone a pericolo di esplosione. Nelle tabelle che seguono vengono indicati i tipi (Type) di involucri e le condizioni alle quali viene fornita protezione sia per ambienti pericolosi che per ambienti non pericolosi.
On the USA market the enclosures' degrees of protection is defined by the "Type" (type of enclosure) according to NEMA (National Electrical Manufacturers Association) classification. NEMA, unlike the European standards, includes specific conditions such as corrosion, rust, ice, oils and coolants; the NEMA classification takes also into consideration uses for indoor, outdoor and hazardous locations. In the following tables are indicated the Types of Enclosure and the conditions under which they provide protection in nonhazardous and hazardous locations.

Tabella L.5. Tipi (Type) di involucri per uso in ambienti non pericolosi
Table L.5. Type of enclosure for use in nonhazardous locations

Condizioni alle quali viene fornita protezione *Provides protection against the following conditions*	Tipo di involucro *Type of Enclosure*															
	1[a]	2[a]	3	3X	3R[a]	3RX[a]	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Ambienti interni *Indoor*	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ambienti esterni *Outdoor*			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			
Accesso a parti pericolose *Access to hazardous parts*	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ingresso di corpi solidi estranei (sporcizia che cade) *Ingress of solid foreign objects (falling dirt)*	•	•							•	•	•	•	•	•	•	•
Ingresso di corpi solidi estranei (deposito di polveri in sospensione, filamenti, fibre e composti volatili [b]) *Ingress of solid foreign objects (settling airborne dust, lint, fibers, and flyings [b])*									•	•	•	•	•	•	•	•
Ingresso di corpi solidi estranei (polveri in circolazione, filamenti, fibre e composti volatili [b]) *Ingress of solid foreign objects (circulating dust, lint, fibers, and flyings [b])*									•	•	•	•	•	•	•	•
Ingresso di corpi solidi estranei (polveri soffiate dal vento, filamenti, fibre e composti volatili [b]) *Ingress of solid foreign objects (windblown dust, lint, fibers, and flyings [b])*			•	•			•	•	•	•		•	•			
Ingresso di acqua (gocce e spruzzi leggeri) *Ingress of water (dripping and light splashing)*		•							•	•	•	•	•	•	•	•
Ingresso di acqua (pioggia, neve, nevischio [c]) *Ingress of water (rain, snow, and sleet [c])*			•	•	•	•	•	•	•	•		•	•			
Ingresso di acqua (lavaggi e spruzzi) *Ingress of water (hosedown and splashing water)*									•	•		•	•			
Nevischio [d] *Sleet [d]*							•	•								
Ingresso d'acqua (immersione temporanea occasionale) *Ingress of water (occasional temporary submersion)*												•	•			
Ingresso d'acqua (immersione prolungata occasionale) *Ingress of water (occasional prolonged submersion)*													•			
Infiltrazioni di olii e refrigeranti *Oil and coolant seepage*														•	•	•
Spruzzi e schizzi di olii e refrigeranti *Oil or coolant spraying and splashing*																•
Agenti corrosivi *Corrosive agents*				•		•		•		•			•			

(a) Questi involucri possono essere ventilati.
(b) Queste fibre e composti volatili nono sono intesi come materiali e non sono da considerare come fibre e composti volatili in Classe III. Per maggiori informazioni sulle fibre e i composti volatili infiammabili in Classe III fare riferimento all'Articolo 500 del National Electrical Code (NEC).
(c) Non è richiesto che i meccanismi operativi esterni siano funzionanti quando l'involucro è coperto di ghiaccio.
(d) È richiesto che i meccanismi operativi esterni siano funzionanti quando l'involucro è coperto di ghiaccio.

(a) These enclosures may be ventilated.
(b) These fibers and flyings are nonhazardous materials and are not considered Class III type ignitable fibers or combustible flyings. For Class III type ignitable fibers or combustible flyings see the National Electrical Code, Article 500.
(c) External operating mechanisms are not required to be operable when the enclosure is ice covered.
(d) External operating mechanisms are operable when the enclosure is ice covered.

Tabella L.6. Tipi (Type) di involucri per uso in zone pericolose
Table L6. Type of enclosure for use in hazardous locations

Tipo di ambiente e componenti presenti nell'ambiente al quale viene fornita protezione [a] *Provides protection against the following typical chemicals contained in atmosphere and for the specified ambient type [a]*	Zona pericolosa corrispondente *Related hazardous locations*	Tipo di involucro [b] *Type of Enclosure [b]*			
		7	8	9	10
Ambienti interni *Indoor*	-	•	•	•	cfr. [d]
Ambienti esterni *Outdoor*	-		•		cfr. [d]
Acetilene *Acetylene*	Class I Group A	•	•		
Idrogeno, gas manifatturato *Hydrogen, manufactured gas*	Class I Group B	•	•		
Etere etilico, etilene, ciclopropano *Diethyl ether, ethylene, cyclopropane*	Class I Group C	•	•		
Benzina, esano, butano, nafta, propano, acetone, toluene, isoprene *Gasoline, hexane, butane, naphtha, propane, acetone, toluene, isoprene*	Class I Group D	•	•		
Polvere metallica *Metal dust*	Class I Group E			•	
Nero di carbone, polvere di carbone, polvere di coke *Carbon black, coal dust, coke dust*	Class II Group F			•	
Farina, amido, polvere di grano *Flour, starch, grain dust*	Class II Group G			•	
Fibre, composti volatili [c] *Fibers, flyings [c]*	Class III Group G			•	
Metano con o senza polvere di carbone *Methane with or without coal dust*	MSHA [d]				•

(a) Se l'installazione dei Type 7, 8, 9 e 10 è all'esterno e/o è richiesta una protezione supplementare per le condizioni di Tabella K.5, è necessario un involucro di tipo combinato.
(b) A causa delle caratteristiche del gas, del vapore o della polvere, un prodotto adatto per una Classe o Gruppo può non essere adatto per un'altra Classe o Gruppo a meno che non sia marcato sul prodotto.
(c) Per le fibre ed i composti volatili infiammabili in Classe III fare riferimento all'Articolo 500 del National Electrical Code (NEC).
(d) Mine Safety and Health Administration, 30 CFR, Part 18.

(a) If the installation of Type 7, 8, 9 and 10 is outdoors and/or additional protection is required by Table K.5, a combination-type enclosure is required.
(b) Due to the characteristics of the gas, vapor, or dust, a product suitable for one Class or Group may not be suitable for another Class or Group unless marked on the product.
(c) For Class III type ignitable fibers or combustible flyings see the National Electrical Code, Article 500.
(d) Mine Safety and Health Administration, 30 CFR, Part 18.

L.3 Correlazione tra gradi di protezione
Conversion between degrees of protection

Il documento NEMA n. 250 (appendice A) fornisce una correlazione tra i tipi di involucri riconosciuti ed i gradi di protezione degli involucri secondo la classificazione europea (grado IP). Poiché la norma europea non prevede specifici gradi di protezione contro il danno meccanico delle apparecchiature elettriche, i rischi di esplosione o condizioni particolari quali la condensa, vapori corrosivi, ecc. la correlazione con i gradi di protezione IP non è univoca e vincolante. I gradi di protezione definiti dalle norme IEC sono formati dalle lettere IP seguite da due parti numeriche. La prima parte caratteristica indica il grado di protezione fornito dall'involucro contro l'accesso a parti pericolose e la penetrazione di corpi solidi. La seconda parte caratteristica indica il grado di protezione fornito dall'involucro rispetto agli effetti dannosi prodotti dalla penetrazione di acqua. Le seguenti tabelle forniscono una correlazione degli involucri definiti da NEMA (Type) e la classificazione IEC (IP) e si basa sul concetto che i tipi di involucri NEMA soddisfano o superano i requisiti di prova delle relative classificazioni IEC associate, per questo motivo le tabelle non possono essere usate per operare una conversione da classificazione IEC (IP) al tipo (Type) di involucro NEMA.

The NEMA standard n.250 (Appendix A) gives a correlation among the recognized enclosures and the degrees of protection of the enclosures according to IP classification. As the European standard does not specify degrees of protection against the mechanical damage of equipment, risk of explosion or particular conditions such as moisture, corrosive vapors, etc., the correlation with the IP degrees of protection is not univocal and binding. The IEC designation consists of the letters IP followed by two numerals. The first characteristic numeral indicates the degree of protection provided by the enclosure with respect to persons and solid foreign objects entering the enclosure. The second characteristic numeral indicates the degree of protection provided by the enclosure with respect to the harmful ingress of water.
The following tables provide an equivalent conversion from the enclosure NEMA Type numbers to the IEC enclosure classification designations IP. The enclosure type numbers meet or exceed the test requirements for the associated IEC classification; for this reason the tables cannot be used to convert from IEC classifications to enclosure NEMA Type numbers.

Tabella L.7. Correlazione della classificazione NEMA con la prima parte del codice IP
Table L.7. Conversion of NEMA enclosures with the first part of the IP code.

Prima parte del codice IP *First part of the IP code*	Tipo (Type) di involucro NEMA *NEMA Type of Enclosure*															
	1	2	3	3X	3R	3RX	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
IP0_	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP1_	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP2_	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP3_			•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP4_			•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP5_			•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP6_									•	•		•	•			

Tabella L.8. Correlazione della classificazione NEMA con la seconda parte del codice IP
Table L.8. Conversion of NEMA enclosures with the second part of the IP code.

Seconda parte del codice IP *Second part of the IP code*	Tipo di involucro NEMA *NEMA Type of Enclosure*															
	1	2	3	3X	3R	3RX	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
IP_0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP_1		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP_2		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP_3			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
IP_4			•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
IP_5			•	•			•	•	•	•		•	•			
IP_6									•	•		•	•			
IP_7												•	•			
IP_8												•	•			

Per comodità si riportano in tabella i tipi di involucri NEMA ed i relativi massimi gradi di protezione IP corrispondenti.
For convenience, the table below sets the NEMA Types of enclosures and the correspondent maximum degree of protection IP.

Tabella L.9. Correlazione della classificazione NEMA con il massimo grado di protezione IP corrispondente.
Table L.9. Conversion of NEMA enclosures with the correspondent maximum degree of protection IP.

Tipo di involucro NEMA *NEMA Type of Enclosure*	1	2	3	3X	3R	3RX	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Grado di protezione IP IP *Degree of protection*	IP20	IP22	IP55	IP55	IP24	IP24	IP55	IP55	IP66	IP66	IP53	IP67	IP68	IP54	IP54	IP54

Esempio
È specificato il grado di protezione IP65 per un involucro, quali sono i tipi (Type) di involucri NEMA che soddisfano o superano i requisiti per questo grado di protezione?
Example
A IP65 degree of protection is defined, what are the types (Type) of NEMA enclosures that meet or exceed the requirements for this degree of protection?

Utilizzando la tabella K.7 si individuano i tipi di involucri NEMA che soddisfano la prima parte del codice IP mentre con la tabella K.8 quelli che soddisfano la seconda parte del codice IP.
Using table K.7 identifies the NEMA types of enclosures that satisfy the first part of the IP code, with table K.8 those which satisfy the second part of the IP code.

Correlazione *Conversion*	1	2	3	3X	3R	3RX	3S	3SX	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
IP6_									•	•		•	•			
IP_5			•	•			•	•	•	•		•	•			
Nella riga sotto si indicano i tipi di involucri in comune. *On the row below only the common type of enclosures are listed*																
IP65									•	•		•	•			

Quindi i tipi (Type) 4, 4X, 6 e 6P soddisfano o superano i requisiti richiesti per il grado di protezione IP65.
Finally the NEMA types 4, 4X, 6 and 6P meet or exceed the requirements for the degree of protection IP65.